

4. 撮影技術・造影剤

4. 1 明治大正編〔1895年～1926年（明治28年～大正15年）〕

明治、大正時代のX線診断面における技術については明治時代にX線技術者として仕事を始めたものは極めて少なく、従って発表された文献も殆んど見られない。

本委員会で調査した明治時代の技術者は数名であり、その調査回答にも「らしい」という記憶的な回答が多く確実な資料が得られなかった。

そこで明治時代の資料として、日本放射線技術学会雑誌6巻4号の「本邦に於ける放射線技術者の発祥」および同5巻4号の「レントゲン技術二十五年以上勤続者調査報告」などより引用した。また撮影技術については、当時の医師より発表された文献および「放射線診断学」6巻（歴史）、（後藤五郎）より引用して、当時の技術者の撮影技術を推測した。

大正時代になると、当時より仕事を始めた技術者も現存しており、調査回答も多いが、やはり「こうだったと思う」というような回答が多く、当時の図書、文献および「レントゲン技術二十五年以上勤続者調査報告」などより主として引用し、本委員会の調査回答と併せて資料とした。

4. 1. 1 明治期〔1895～1912年（明治28～45年）〕

4. 1. 1. a. 実験時代

本邦における最初のX線技術者は原、今市⁽¹⁾によればまず水木友次郎、続いて植木第三郎であるという。水木友次郎はレントゲン博士がX線を発見した1895年（M28）の翌年1896年2～3月頃より、東京帝大物理学教室の山川健次郎教授、鶴田賢次助教授の助手として、実験器具の製作と整備にあたったといわれる。

当時は実験器具の入手が困難であり、真空管や感応コイルも自作し、また蛍光物質の入手にも苦労があり、8ツ切の手持ち暗箱式蛍光板を作り、1896年（M29）12月にX線実験に成功したが、当時の記念すべき写真は散逸して伝わっていないし、記録も失われている⁽²⁾。

1896年（M29）7月9日村岡範為馳が京都府教育会の求めに応じて「X放射線の話」と題して講演し、この講述記録が同年8月31日に発行されているが、この中で体内透映写真法⁽³⁾、として撮影技術を次のように紹介している。

「X線発生の原理は陰極線を高速度で対陰極に衝突させるものである。故にX線管はなすび型クルクス管を用い、蓄電池6個を電源とし、ルムコルフ氏感応電気器により高圧を発生させる。

木箱または、黒紙にて包んで光の入らないようにした写真乾板の上に手を当て、感応器を働かせると、ジリジリと音を発し、夜ならクルクス管より緑のような実に美しい色で光りX線を発した。撮影には數十分を要した」……とあり、当時としては、画期的な実験であり、高度な技術を要したものと思われる。



- 1) 原三正、今市正義「本邦に於ける放射線技術者の発祥」日・放・技学会誌第6巻4号
P85
- 2) 1) のP87
- 3) 村岡範為馳「X放射線の話」京都府教育会編纂（島津製作所の復本）P22

4. 1. 1. b. 医療への応用

医療用に用いられたのは、1897年（M30）以降で、前述の木木が軍部を初め民間の病院より乞われて、器械の選定と操作技術の教育に当っていたと言つ可^リ、この頃の操作技術は、装置こそ簡単なものであったが、高度の技術を必要とした。また蓄電池を用いたので、その充電も技術者の仕事であった。1900年（M33）の北清事変には、広島衛戍病院へ芳賀博士⁽⁴⁾が出張して、日本および外国の負傷兵を撮影診断したが、この頃は摩擦により電気を起して充電していたので、技術者の苦痛は甚だしいものであったという。

陸軍では1898年（M31）11月に陸軍々医学校においてシーメンス社製の感応コイル式閃光長30cmで、白金および水銀断続器を有する装置が使用されたが⁽³⁾、この装置では「蓄電器3箱15個を電源とし、他に透光板、写真用大小バット、乾燥架、乾板ロヂナール現像液などを使用した⁽⁴⁾」と記録されている。

この陸軍々医学校では、最初に植木第三郎が主任として任に当ったが、取扱い得ず、木木が組立て操作したと岩崎小四郎⁽⁵⁾が述べている。

海軍でも1900年（M33）頃より宇品の海軍病院で感応コイル式装置で手の臨床写真をとっている。この年の4月に京大病院でもX線装置が設置され、手足の外科診断用に用いられたという。

当時は透視診断が主で、撮影は乾板を用い、長時間の照射を必要としたので余り行なわれていない。

照射時間が長くかかったので、動かないように砂のうを用いて患部を固定し、また管球の保護のために途中で照射の中休みしたこともあったといつ。

- 1) 原三正、今市正義「本邦に於ける放射線技術者の発祥」日・放・技学会誌第6巻4号P87
- 2) 岩崎小四郎「肥田博士を追憶して」の文中より螢光7-12
- 3) 陸軍々医学校50年史（1936年11月）
- 4) 原三正、今市正義日・放・技学会雑誌6巻4号P89
- 5) 2) および3) のP44

4. 1. 1. c. 四肢骨の診断

前述のように、1897年（M30）頃より医療に利用されたが、診断面では先ず外科的な骨が対象で、手や足の透視から始まり、骨折および脱臼の整復を透視しながら行なうこともあった。写真撮影は手や足の骨が主で部位によっては20~30分の照射を必要とした。

撮影技術については技術者の数もすくなく、技術者による原著は見られないが、当時の医師の原著から撮影技術を推察するとX線を診断に応用した最初のものとして1898年（M

31）に「台湾に於ける婦人の畸形足」⁽¹⁾および「先天性左右橈骨欠損の一例」⁽²⁾の論文があり、図4・1の畸形足のX線写真を掲載している。



図4・1 畸形足のX線写真（1898年）

また1899年（M32）には「畸形癩手足骨の変形」⁽³⁾の発表がある。これらのX線写真から、当時は手足の撮影が主であったと想像される。

陸軍では1898年（M31）海軍では1900年（M33）頃よりX線装置が設置されたので、負傷兵の手足の骨診断にX線が利用され、特に1900年（M33）の北清事変では前述のように、広島衛戍病院で日本人および外国人の負傷兵の手足の骨の撮影診断を行っている。

骨および関節の診断にX線が利用された対象は戦傷による骨折などの他に、先天性股関節脱臼、骨および関節結核、くる病および骨軟化症、骨膜骨髓炎ならびに骨梅毒などであった⁽⁴⁾。

骨および関節の診断について、結石⁽⁵⁾の診断に利用され、陸軍々医学校では1898年（M31）に静脈結石の患者について、その静脈内に数十の結石あるものを発見したという記録⁽⁶⁾がみられる。



- 1) 三浦守治、中西亀太郎「台湾ニ於ケル婦人の畸形足」東京医学会雑誌12巻8号
- 2) 高田 寿「先天性左右橈骨欠損の一例」東京医学会雑誌12巻22号
- 3) 三浦勤之助「畸形癩ノ手足ニ起ル骨ノ変化ニ就テ」中外医事新報451号
- 4) 後藤五郎「放射線診断学」6巻（1967年）
- 5) 並木重郎「皮膚科泌尿器科学大系レ線装置の取扱方」（1937年7月）
- 6) 陸軍々医学校50年史（1936年11月）P45



4. 1. 1. d. 異物の発見などに利用

骨の診断や結石の発見などと共に、異物の発見にも多く利用され、河本重次郎は「X光線に依り眼中異物の発見」⁽¹⁾の報告で次のように述べている。

「X光線ハ諸般ノ診断上広ク応用セラルルニ至レリ、殊ニ異物ノ発見ニハ卓絶ノ効ヲ奏シ、外科上ニハ既ニ常用ノ一法トナレリ。然レトモ眼科ニ於テハ未ダ研究中ニアリテ、一派ノ士ハ用ユヘキ物トナシ、一派ノ士ハ用ユベカラズト為ス、其の理由ハ眼中ニ竄入スル異物ハ多クハ小形ナレバX光線ニ由リ採映シ難キト、一ハ數々眼窓ノ或ル骨部採映板ニ映出スル濃黒ナルヲ以テ異物ト思ヒ過サレルコトアレバナリ」と述べ、検査法は透視と写真診断を併用している。

またこの診断技術については「X光線ニツキ採映ノ大体ハ頭部ノ一方、例ヘバ左側ヨリX光線ヲ放射セシメ他方、例ヘバ右側ノ顎顎部ニ採映障子（編著註、蛍光板のこと）ヲ置キ、若シ右眼又ハ右眼窓ニ異物アルナラバ、其ノ異物ダケハX光線ヲ通過セシメザルヲ以テ障子ニハ他ヨリモ一段暗黒ニ映出ス。（骨ハ多少徹光スルヲ以テ頭蓋ハ少シクウス黒ク映

出ス)

蓋採映障子ハ一面ノ板紙ニシテ色ハ淡青ニシテ、之レニX光線来レハ少シク「フロレスセンス」即蛍光作用ニ依リ淡青色ニ映ス、故ヘニ暗室ニテ本法ヲ執行セハ頭部ハ其厚サニ從ヒ少シク暗黒ニ現ル。

而シテ眼窓或ハ眼中ニ異物アレバソレノミハ他ヨリモ一段暗黒ニ映シ出ルヲ以テ知ルベキナリ。

又写真板ニ採映セントセバ、写真「ガラス」ヲ黒布ニ包ミ、之ヲ顎顫部側ニ稍々長時間密附シテ待テバ、頭部ハ普通ノ写真ト異ナリ薄ス白ク映出シ、他ハ暗黒ナリ、即チ此写真ヲ採り、更ラニ又写真紙ニ転採スルナリ」

発光器というのはX線管のこと、採映障子は手持ち蛍光板のことと思われる。

同じ1900年（M33）に精神病患者のみこんだ腸内金属異物の発見にもX線を利用したという報告が見られる。また泌尿器科でも腎結石の証明にX線が利用されている。

1) 河本重次郎—「X光線ニ依リ眼中異物ノ発見」日本眼科学会雑誌4巻（1900年）P1029

4. 1. 1. e. 陸海軍で戦傷者の骨撮影

陸海軍では1898年（M31）1900年（M33）よりそれぞれ利用され始めたが特に明治37、8年の日露戦役では戦傷者の骨折の診断に多く利用されている⁽¹⁾。

弾丸の入った胸部、腹部、腰椎、骨盤ならびに四肢の複雑骨折のX線写真が当時の記録に残っている。

以上のようにX線撮影は1898年（M31）頃より行われているが、一方1900年（M33）より技術者として従事した石田熊次郎⁽²⁾は「写真撮影などの如きは全く不可能でありました」と当時の模様を語っており、利用度も地域や発生装置などの性能によって差があったようと思われる。

1) 陸軍衛生史（明治37、8年）第3巻戦傷総論附図（1907年）

2) 石田熊次郎「レントゲン技術二十五年以上勤続者調査報告」日・放・技学会雑誌、5巻4号 P92

4. 1. 1. f. 撮影技術

1907年（M40）8月より舞鶴海軍病院でX線技術者として教育を受けた橋本周次郎⁽¹⁾は当時のX線技術について、次のような手記を寄せている。

「最初は蓄電池を電源としていたが、その後、院内に100ボルト発電機が設置されたので、断続器も水銀断続器からウエーネルト断続器を使用した。準備から操作までの概略を述べると、まずレントゲン管球は診断の用途に従って、硬、軟、中程度の管球を準備して選択した。

送電の準備ができると、透視および撮影部位によって「フンケンメツセル」（火花間隙）を調整し、インダクションコイルの接続を確めて、「ウンテルブレツヘル」（断続器）の出工具合を調整して管球に通電する。故にコイル接続線とスパーク距離は、硬、中、軟管球に

よりいつも変えねばならなかった。

ウエーネルト断続器も常に清浄に保って、液の比重1.15より1.20を保持されねばならぬ。

透規といつても「クリノスコープ」(透規台)の設備もなく、スタッチーフのような1本の支持台から把持器を出し、グローブもない全くの丸出し管球を保持していた。

患者を管球から40～45cmはなして直立させ、室内を暗くして、管球より発光を見ながら、術者の見易いところまで抵抗をぬいていった、操作中に逆電流が流れる場合が時々あったが、管球の蛍光によって判断し、応急処置をして正常に戻した。

透規により心臓の搏動や横隔膜の運動が見えると、今日はよく見えたといったぐらいである。

写真をとる場合は、乾板を黒紙にはさんで患部にあて撮影した。腹部などの写真撮影には4分10秒の通電を要したので、砂嚢によって患部を固定し、途中で一旦通電を中止し、しばらく休ませてから再び通電した。フィルターも用いなかったが、火傷などにはあまり無関心のようであった。

当時(明治末期)の撮影条件は表4・1、4・2、4・3のようなものである。

表4・1 1897年(M30)頃の撮影条件

部 位	照射時間
手 足	2分
膝	2～10分
頭	20～30分
腰	30分以上
ギブスを用いたもの	30～60分

表4・2 明治末期の撮影条件表その一

(橋本周次郎)

部 位	距 離	時 間
頭 部	40cm	2分30秒
胸 部	40～50cm	"
腹 部	"	4分10秒
腰 部	"	4分
上 脊 骨	"	2分
前 脊 骨	"	1分10秒
手 骨	"	40秒
大 腿 骨	"	2分30秒
下 腿 骨	"	2分10秒
足 骨	"	1分

表4・3 同その二(小林増作)

部 位	照 射 時 間	
	普通の乾板	高感度乾板
四 肢	3分	30秒
大腿及び膝関節	5分	2～3分
肩胛部及び頭部	10分	5～6分
胸、腹 部	20分～30分	15分

また1905年(M38)頃の技術を小林増作⁽²⁾(呉海軍病院薬剤士)が次のように報告している。

「使用したX線装置はシーメンスのR V G形X線管で管球、乾板間距離は、12～24吋(30～60cm)を用い、照射時間は乾板の感度で変った。各部位の照射時間は表3のとおりである。四肢は明瞭であるが、頭、腹、腰部などは未だ要領を得ないようであった。

乾板によって照射時間に相違があったが、その選択にあまり注意しなかったし、また感度の高い乾板の輸入も思うようにできなかった。

撮影に際し、乾板上に「プロマイド」紙をおき、先ず「プロマイド」紙を現像して軍医官に見せた。

乾板の現像は、経験的には、極めて徐々におこない、濃度も高くした方がよい写真がで

きた。撮影時には高圧の危険を除くため、ゴム製の布のような不導体で人体の一部をおおっていた」

1906年（M39）1月に医師田中苗太郎⁽³⁾が「X放線、検査に就て余の経験」と題して、110ボルト直流用70cm閃光長インダクション装置を使用した経験を報告し、この中で撮影技術について、「X線写真も、普通の写真も、同じことで、写される物体は、必ず安静でなければならぬ。特にX放線写真は、写す時間が普通写真と比較して、通常頗る長さを要するから其の間終始極めて安静でなければならない（中略）変動せぬ為に、四肢であれば幾つかの砂枕でおさえるし、頭なれば、綿帶を以て台に縛り付けることが肝要だ。

写真の成績が面白くないのは、通常固定法が不完全なる為で、聞く所によれば、患者を立たして、介助者が種板を入れた取枠を患者の身体に圧定しながら写す病院もあるそうだがそれではとてもものにならぬ。

それから取枠、即ち「カセッテ」を使用するの利害であるが、写真の成績は被検部が種板に近ければ、近き程良好であるから、「カセッテ」も用ひぬ方が宣しい（中略）

写真をする時間に就ては、大分苦しんだ。初め旧式の装置を用いた頃は、手足を写すにも3、4分を要し、胸部、大腿、頭の如きは10分を要するという程で、到底西洋の書物に書いてあるのと比較にならぬ」と記している。

以上のように明治時代の撮影技術は橋本周二郎の手記、小林増作、田中苗太郎の文献により、大略を知ることができるが、当時のドイツの書物⁽⁴⁾では、手足、前腕、肘は5~30秒、胸部、脊柱、肩、大腿、膝などは25~60秒骨盤は60~150秒で撮影できたと記されているのに対し、わが国では、手足で1分、腹部で10分程度と約10倍ぐらいの時間を必要としたようであり、このことは乾板の感度のちがいが原因であったように思われる。

-
- 1) 橋本周二郎（1888年～1967年）1908年（M41）8月舞鶴海軍病院X線室勤務、以後日赤滋賀病院、日赤福井病院、京大病院、長浜病院など勤務。
 - 2) 小林増作（呉海軍病院療品庫主管兼看護術練習所教官、海軍大薬剤士）－「X光線撮影法ニ就キテ」海軍医事報告47巻（1905年）P24
 - 3) 4) 田中苗太郎（医師）－「X放線の検査に就て余の経験」医海時報（1906年）P90
-

4. 1. 1. g. ガス管球の取扱い技術

明治時代の管球はすべてガス管球であったが、その使用法について小坂早五郎はその書「X線技術学及療法」⁽¹⁾で次のように述べている。

「ガス管球には陽極、陰極および対陰極の外に、管球の真空度を回復するため、小量のガスを発生し得る側室を具備している。

硬度の管球、即ち、真空度の高いものは、破損し易く電流を通過させることが困難であるが、しいてこれに電流を通ずるときは、透過力の強い硬質の放射線を得ることができる。これに反して軟度の管球、即ち、真空度の弱い管球は電流を通じることが容易で軟性の放射線を得ることができる、あまり軟くなり過ぎると使用不可能となり、また長時間使用し、強電流を通過させると発熱となることもあった」

また田中苗太郎⁽²⁾によれば「X放線“ランプ”（X線管のこと）は、新品は放射する所の

X放線の侵徹力が弱って、僅か手とか足とかより透さず、稍々使用すると頭大腿のような、厚き部分とも透すようになる。故に新、中、古の3個は、是非備える必要がある。

新しい管球では火花間隙10cm、中は20cm、古い管球では25～30cmの閃光に適している」と報告している。

新しいガス管球では高度に排気されているので、初めに大電流を通すと、対陰極の金属に含まれたガスがとび出して、一度に軟化し元のように回復できることがあった。故に軟性の新しい管球は注意して使用し、最初のうちは、皮膚病の治療あるいは手の写真を撮影するなどの比較的小電流より使い始め、順次に頭、胸、腹、大腿などの写真用に用いたようである。

このようにガス管球の取扱い、特に硬度の見分け方には、熟練と“カン”が必要とされ、X線技術者の苦心と技術の真髄があったようである。この上手、下手が写真像に影響し、撮影のたび毎に調整しなければならないから、熟練者でも同一管球を使用して、同一部位、同一条件の撮影であっても、必ずしも同調子の写真が得られるとは限らなかった。

渥美博、麻川重敏⁽³⁾なども当時を追想して「色で判断したガス管球の取扱い技術は、秘中の秘で、後輩や仲間にもなかなか教えられなかった」と話している。

-
- 1) 小坂早五郎一「X線技術学及療法」(1924年) P89
 - 2) 田中苗太郎一「X放線の検査に就て余の経験」医海時報 (1906年) P89
 - 3) 渥美博、麻川重敏談—技術史編さん委員会主催座談会 (1968年) 東京
-

4. 1. 2 大正前期 [1912年～1921年 (大正1年～10年)]

4. 1. 2. a. 大正初期のX線技術

1911年 (M44) に国産のX線装置が製作され、1913年 (T 2) クーリッジ管球が発明されて、間もなくわが国へも輸入された。その結果、X線装置も順次多くなり。装置の増加と共に1914年 (T 3) 頃よりX線技術者も多くなつたが技術者の最初の仕事は、X線室や装置の清掃、乾板の現像、バリュウム作りなどで最初の2、3年間は見習助手として仕事に従事し、その後順次操作法を自得するよう教えられたという。そのことは、「最初は清掃と暗室作業などでバリウム作りは秘法があった」「スイッチインさせてもらえるまでに2、3年かった」「現像液の調合法も教えられなかった」「イルフォードの乾板の箱に処方が書いてあっても、先輩から処方は教えられなかった」などの談話⁽¹⁾から当時の技術者の様子を知ることができる。

大正初期のX線技術や、X線室の様子、発生装置、管球の操作や、整備について当時の技師はそれぞれ次のようにのべている。

「X光線室」(当時はレントゲン室というのが多かった)は周囲の壁を、黒く塗った窓のすくない部屋で、X線装置と木製の管球支持器、治療台や管球戸棚などがおいてあり、高圧回路は露出電線で硬銅架空線が張りめぐらされていた」⁽²⁾。

「裸電線であったので、透視時に管球を上下に動かしているとき、空中線が外れ、管球架空に触れて感電し、スイッチを切るのに苦労した。また急速に電圧を上昇させたときに、

整流器のターミナルに触れて感電したことがあった」⁽⁴⁾。「この感電防止のためにゴム長靴をはいて仕事をしたこともあった」。⁽⁵⁾

またX線装置の清掃には「油布でふいて、乾いたガーゼで仕上げた。」⁽⁶⁾「湿度には特に



図4・2 1913年(T2)頃のX線室

注意し、雨天の日などは、火鉢などを室内に入れて、乾燥させた」⁽⁷⁾「毎朝の整備は水銀断続器（後述）の手入れに5~10分、部屋の除湿や清掃、装置の整備ならびに管球のカラブキなどに約30分もかかった」⁽⁸⁾と日常の管理について報告している。図4・2は1913年(T3)のもので、右に白衣を着て配電板の前に立っているのが技術者と思われる。

-
- 1) 技術史編さん委員会主催座談会（1967年11月）京都
 - 2) 滝内政治郎編—レントゲン技術二十五年以上勤続者調査報告、日・放・技学会誌5巻4号P96
 - 3) 藤浪剛一述—日本内科全書3巻「胃のレントゲン診断」（1913年）P256

- 4) 角川萬治2)のP92
 - 5) 園田環2)のP96
 - 6) 吉浜吉蔵2)のP93
 - 7) 浜田万太郎2)のP95
 - 8) 斎藤勘三郎談1)の談話
-

4. 1. 2. b. 撮影技術、特に消化管造影

大正時代前期の撮影技術に関するX線技術者の発表した原著は見られない。当時の医学書ならびに医学雑誌などの中から撮影技術に関するものを参考とし、本会の調査回答と併せて資料とした。

大正時代前期は明治時代に引き続き、四肢の撮影は勿論、全軸幹骨、胸部、腹部などの撮影を行なっている。しかし「胸、腰椎および胸・腹部などは前後面のみで、側面はうまく撮れなかった」⁽¹⁾との報告もみられる。

消化管造影は明治の末期に試みられていたらしいが、実際に臨床に用いられたのは、大正の始めであり、文献では、小林幹⁽²⁾の「胃癌のレ線検査成績の発表」が最初のようである。

造影剤⁽³⁾は炭酸ビスマットでこれに澱粉、单倉利剤ならびに牛乳を加え、熱湯でかくはんして2、3分間煮て飲用させている。

撮影時には直立位をとらせ、撮影条件⁽⁴⁾は次のようである。

管球の硬度 8~6 (WE)

焦点乾板間の距離 60仙迷 (cm)

電 流 20mA

増 強 板 使 用

照射時間 1 秒

1913年 (T 2) に技術者として陸軍々医学校に勤務した斎藤勘三郎⁽⁵⁾は、「当時はX線装置の利用は、治療が主で、胃部透視などは少なかった。技術者の最初の仕事はバリウム作りであった。この作り方にも秘法があり、ままこにならないように苦心した。この頃のバリウムは酸味が非常に強くて味つけに苦労した。バリウム粉を水に晒して洗って洗っても、酸味はなかなかとれなかった。ココアや単舎などを加えて味つけしたが、単舎は上等の砂糖で作った甘味料で、したがって夏など氷水と共に単舎の消費量が急増して、薬局からよくにらまれた」といっている。

大正時代初期には消化管造影のはかに、心臓実大撮影法 (1913年 (大2)) 膀胱撮影法⁽⁶⁾ (1913年 (大2)) なども始められ、肺結核の診断のための胸部撮影も多くなってきている。

-
- 1) 斎藤勘三郎 本会の調査による回答
- 2) 小林幹一「胃腸ノレントゲン撮影ニ就テ」日本消化器病学会雑誌12巻4号 (1913年)
P383
- 3) 2) のP387
- 4) 2) のP388
- 5) 斎藤勘三郎 (1892年~) 1913年陸軍々医学校のレントゲン技術者となり、肥田七郎、岩崎小四郎の指導を受ける。以後天児病院などに勤務
- 6) 後藤五郎「放射線診断学」6巻 (1967年)
-

4. 1. 2. c. 撮影条件

透視には普通2mAの電流を使用した。撮影の場合は、閃光距離を6吋 (注約15cm) とし、X線開閉器を閉鎖して、電流調節器により、使用目的の「ミリアンペア」に調整した。次に閃光距離を計り、管球の硬度を試験し、使用の目的の硬度に調節した。電圧は5万~7万ボルト電流は35~140ミリアンペアを使用した。電圧の1万ボルトは大体1吋 (2.54cm) の閃光距離に相当するようであった。胸部の撮影ではベノアの硬度計6ぐらいに調整していた。

撮影時間は胸部の撮影でも約10秒かかったので、開閉器を入れてから「一つ、二つ」と数をかぞえて時間をはかり、2度にわけて通電した。

1918年 (T 7) 頃より、ふいご式タイマーなども使用され、0.5~5秒の撮影に使用されたが、一般には時間を「カン」で計り、手で開閉して「イーチ、ニー、サーン」と数をかぞえる練習が行われた。またストップウォッチを裏返して一定の時間を計り、実測と合うかどうかというような練習もされていたといふ。

4. 1. 2. d. 現像

暗室の流しには厚い鉛板を張り、壁面には小方形の窓を明けていた。この窓に無色、赤色、および褐色の色硝子をはめ、これを透過する日光で、現像操作における度合を見ていた。人工光源としては、5燭光の電球を入れた。円柱形硝子鐘や函裡（安全灯）が使用された。

現像液の処方の1例をあげると次のとおりである。

メトール	1.3g
ビドロキノン	5.2"
結晶亜硫酸ナトリウム	65.0"
結晶炭酸ナトリウム	65.0"
ブロームカリ	0.65 "
水	500cc

定着液の処方は

次亜硫酸曹達	250g
異性重亜硫酸曹達	38"
粉末明礬	6"
水	1.000cc

4. 1. 3 大正後期〔1922～1926年（大正11～15年）〕

4. 1. 3. a. 大正後期のX線技術

1918年（T7）には東京電気がレントゲン講習会を開催し、また1921年（T10）には島津製作所が第1回のレントゲン講習会を行なうようになり、X線技術もだんだんと進歩した。

X線装置も機械整流装置が実用化され、国産のクーリッジ管やケノトロン管が発売されて、その性能も向上した。

また第一次世界大戦後に外国の新しいX線技術が導入され、X線の利用はますます多くなった。しかし一般にはクーリッジ管は、未だ高価だったので、従来のガス管球も使用されており、感光材料もフィルムが輸入され1921年（T10）頃より使用され始めたが、従来の乾板と併用されていた。

当時の技術者で、現在もなお在職中の技師から寄せられた当時の技術調査資料や技術書などを参考にして、撮影技術をみてみよう。

大正の後期より昭和の初めにかけて、耳鼻科領域の各種の撮影が行なわれている⁽¹⁾。

医師の原著に、副鼻腔（1923）乳嘴突起（1924年）トルコ鞍（1921年）などの骨診断に関する文献が見られ⁽²⁾、また視神経管撮影、涙管涙嚢撮影法（1925年）などもこの頃より始められている。

大正後期の撮影技術一般については、1924年（T13）1月に発行された「X線技術学及療法」⁽³⁾より知ることができる。本書の目次をみると、撮影部位ならびに方法として、手および腕関節部にはじまり、肘、足、膝、股関節、骨盤、肩、頸椎、胸椎、腰椎、鎖骨、肩胛骨などの骨部について述べている。また造影法では孔穿X線撮影法と称する腎孟および輸尿管造影法、食道造影、胃腸診査法、瘻管診査法、異物の位置測定法などについて記述

している。

本書の緒言に「(前略) 多数ノ実地家ハ胃腸病患者ニ不透明剤ヲ服用セシメ1回ノ透視ト1枚ノX線写真ヲ撮影シ其診査ヲ尽シタルモノト思惟シ、又或ハ骨写真ノ1枚ヲ撮リテ之ヲ診査スルノミニテX線ノ価値ヲ云為ス。斯ノ如キハX線装置購入時ニ当り、僅カニ簡単ナル写真撮影ヲ見習ヒ之ヲ応用スルコトヲ以テ満足シ深ク研究ヲ為サザルニ基因スルモノトス」云々と述べているが、当時のX線技術の一端を知ることができる。さらに「四肢ノ写真ハ前後オヨビ側面ノ両方面ヨリ撮影スルヲ良トス然ラザレバ診断ニ誤リヲ来シ易シ」と述べている。

また撮影条件の項では、人体の男子成人を標準とし、乾板は当時(1924年)米国において最も称揚せられていた、X線用ParagonあるいはSeed、およびGramer製のものを使用した各部の撮影条件表を掲載している。

ParagonまたはSeed製の乾板はGramer製のものより感光度が速く、同一条件でX線の放射時間を3/4も節約でき、増強板(注・増感紙)を使用すればX線放射時間は普通1/8に節約できると述べている。撮影条件の一、二を次に紹介する。

手及び腕関節

乾板の種類 ParagonあるいはSeed Gramer

闪光距離	5吋半 (12.7cm)	4吋半
------	--------------	-----

ミリアムペア	35mA	60mA
--------	------	------

距離	18吋 (45.7cm)	22吋
----	--------------	-----

放射時間

前後	3分1秒	1.5秒
----	------	------

側面	2分1秒	2秒
----	------	----

腰 椎

乾板の種類 Paragon 或いはSeed Gramer

闪光距離	5吋半 (12.7cm)	4吋半
------	--------------	-----

ミリアムペア	35mA	60mA
--------	------	------

距離	18吋 (45.7cm)	22吋
----	--------------	-----

増 強 板	併用セズ	併用ス
-------	------	-----

放射時間	5秒	3秒
------	----	----

この頃は診断と治療が半々程度で、1922年(T11)に愛知医大に勤務した細江謙三は「当時は診断と治療の患者を合せて、1日に30~40名であった」⁽⁴⁾と述べている。

ちなみに当時のX線診断料は四切乾板で¥5.00、治療料は1回(量、時間に関係なく)¥3.00であった。当時の技術者の給料が月額¥65.00位⁽⁵⁾であったから、この頃の診断料が高価なものであったことがわかる。

X線管球も高価で、クーリッジ管球U型東京電気製で¥250. - G・E製で¥450. - であった。この頃の管球の価格は当時の人件費の3人分以上であったから、これをうまく取扱う技術者が必要とされたともいえるようである⁽⁶⁾。



1) 林友次郎 本会の調査による報告

- 2) 後藤五郎「放射線診断学」6卷 (1967年)
- 3) 小坂早五郎-「X線技術学及療法」文光堂書店発行 (1924年)
- 4) 細江謙三 技術史編さん委員会主催座談会 (1967年11月) 京都
- 5) 渥美博1923年 (T12) 平塚共済病院に勤務のとき
- 6) 滝内政治郎 4) と同じ座談会

4. 1. 3. b. 撮影技術 特に胸部撮影

ガス管球の使用には、カン、コツ、要領が大切で、目・耳・鼻を常に働かせていた。即ち、目ではスパークとガス管球の色に注意し、耳では照射時の「ブーン」という音を聞き、鼻では絶縁体が焼けないかとういことを常に注意していたという⁽¹⁾。

また透視をする時には医師の「AIN」(Ein schaltungの略)「AUS」(Aus schaltungの略)の合図により「AIN」「AUS」と復唱して照射した。

胸部の撮影では先ず医師が透視をして横隔膜の動きを見ながら“せき”をさせ、肺尖部の明るくなるのをみる。次に蛍光板を上へあげて、乾板を胸に抱くように持たせ、蛍光板を元のようにおろす。

体位は直立か、腰をかけさせて、X線を照射し、蛍光板の明るさにより照射を確認した。照射時間は開閉器を入れて、一、二、三と数をかぞえてカンにより時間をはかった。照射中に「ブーン」という音を聞きながら、管球の色合いとミリアンペア電流計みて、抵抗を加減した⁽²⁾。

透視台で患者に乾板を手持ちさせる撮影から、次はリーダー氏立位撮影台を使用するようになつた。撮影条件の1例をあげると、管球の硬度が中等度のもので、ウェーネルト6~7度位、管電流30~80mA、距離80cm、照射時間2秒であった⁽³⁾。

大正の末期には、胸部撮影時に増感紙を使用すべきか否かという討論が行なわれている。1926年 (T15) には胸部撮影で管電圧55~80kVp、20mA、1秒、距離100cmで撮影し、照射時にガス管球が単色の美しい色となったとの報告⁽⁴⁾や、管球の硬度は中等度で40~50mA、1/2~1秒 50~60cmで撮影したとの報告もある。また胸部撮影距離の100cmについて、レントゲンアーベントにおいても討論され、150cmの遠距離撮影法も行なわれその結果が報告されている⁽⁵⁾。

-
- 1) 福岡太郎 技術史編さん委員会主催座談会 (1967年11) 京都
 - 2) 梅谷友吉 1) の座談会
 - 3) 浦野多門治 レントゲン講義録卷1
 - 4) 森尾正澄 本会の調査に対する報告
 - 5) 福岡太郎 4) と同じ報告

4. 1. 3. c. 乾板と現像

1921年 (T10) 頃よりフィルムが使用され始めたが、最初の頃は価格も高く、また乾板の方が、鮮鋭度がよかつたので、大正後期では乾板がまだ多く使用され、順次フィルムと併用された。大正13年の中頃からは大部分フィルムに替つた。という報告もある。

現像液の調合処方にも秘法があり、新しい技術者にはなかなか教えられなかつた。乾板の包装箱に現像処方が書いてあっても、いわゆる「サジ加減」があり、ここにもカンやコツがあつたようである。

乾板の現像はバットで行われたが、膜面は片面であったので、この膜面を上にして現像した。間違つて膜面を下にして現像すると気泡を生じ、むらができるこつもあつた。乾板の膜面を見分ける方法としては、水道のカラシに乾板の端をあて、「コンコン」と音をさせ、この音で膜面のある面を見分けたり、舌でなめたり、指先で触れてみて、その感覚で判断した⁽¹⁾。

現像中に乾板が割れるたとがつた。また撮影中、特に腰椎の撮影などで、被写体の重みで割れることもあつた。「腰椎の撮影の場合には、乾板を入れた紙袋の下に丈夫な鉄板を張つた板を敷いたが、それでも時々は乾板が割れて困つた」⁽²⁾という報告もある。

このように乾板が割れた場合は現像に苦心した。割れた膜面をはがしたガラス板にはりつけたりした⁽³⁾。

また被写体の厚い部分の撮影には、乾板の膜面を合せて2枚重ねて撮影したり、⁽⁴⁾普通写真用のガラス乾板を使用することもあつた。普通写真用はサイズが小さいため、胸部写真の場合は、部分的に3～4枚に分けて撮影した⁽⁵⁾。

撮影時のコツとして、X線の照射量は最小限にして、現像時間を長くした。乾板はフィルム程にカブリを生じないからである。

減力や補力もよく行なわれ、補力には昇汞補力法がよく用いられた。

1) 原治己外 技術史編さん委員会主催座談会（1967-11）京都

2) 浜止 本会の調査による報告

3) 麻川重敏 技術史編さん委員会主催座談会（1968-1）東京

4) 野田静夫 本会の調査による報告

5) 金沢徳治 4) と同じ報告

4. 1. 4 まとめ

明治および大正時代のX線撮影技術について当時の技術的な文献や記録と併せて、X線技師よりの調査回答や手記ならびに談話などを中心として記述した。

調査回答者がその頃に勤務していた施設のX線設備の相違や、思いがいなどにより、撮影条件などについても若干の相違があるものと思われる。間違つてある処はご指摘頂きたい。

4. 2 昭和前期〔1927～1945年（昭和2～20年）〕概要

X線が発見されてから1926年（大正15年）間は、現在も尚追求されている撮影法についても原理的な発表が多く、これらが実用化される迄には数年～数十年の年月が必要で、まず装置器具の開発を必要とするものが多かつた。

1920年代の後半になって、クーリッジX線管の開発、増感紙フィルム系の高感度化と共に

に、そのいずれもがようやく実用化されはじめ、研究発表が次々と行われてきたが、当初はまだ放射線専門医、放射線技師数も少なく、内科、外科、泌尿器、産婦人科等の医師による発表が主であった。これらの研究発表を基に、以下年代毎の内外の研究発表から撮影技術に関する動向を述べる。

註：これらの発表は後藤五郎著「日本放射線医学史考」によった。なお、各種撮影法については1927年以前に発表された初期のものもあわせて記した。発表された出典については繁雑のため省略したが、くわしくは同著を参照されたい。

4. 2. 1 1927～1935年（昭和2～10年）

4. 2. 1. a. 一般撮影

X線が発見されて約30年たち、実験的な段階から臨床の場に急速に利用されるとともに、装置器具も随分と性能が向上してきた。とはいって、X線装置出力も安定性を欠き、受像系も感度が低く、増感紙の使用の可否すら論争されていた時代であり、技術的にも“個人”的”の技量が主体であった。

しかし、現在から見てもX線撮影法の大半の基本的な理論は既に登場しており、これ以降はその技術をいかに向上させか、といった観点からの追及が主であろう。

この年代で興味を引くのは、当時のX線技師が主体となって発刊した「蛍光」誌であろう。本紙は1927年に関 忠孝等によって編集され、初号には次のような論文が掲載されている。

森 条吉：X線写真撮影の経験から

福岡太郎：胸部ことに肺臓撮影について

杉下秀一：暗室（現像室）について

福岡太郎：小児抱擁撮影について

中尾 勇：Xレー乾板現像液処方および乾板の減力について

等がある。翌年には、関西レントゲン協会、中部レントゲン協会が発足し、技術者側からもようやく学術的に、技術をとりあげるようになってきたといえる。

1927年には、松井「レントゲン実体写真について」、早野常雄「簡単なる実大測定法」の発表があり、1928年に吉川伸「X線による骨盤計測」、横倉誠次郎「余の足部レ線検診基準の応用」等の発表が見られる。

1929年には、島津時報（21）に船橋鉄造による「肺臓の撮影」、「肺結核のレ線写真技術」（24）、滝内政次郎「レ線立体写真および立体透視法」（23）が掲載されており、関西レントゲン協会誌に小松健宏「歯牙口腔撮影」の発表がある。

1931年では、副渡六郎「内耳レントゲン撮影法」、四ツ田勝作「内聴道X線撮影法」、末次逸馬「耳科領域におけるレントゲン撮影の術式について」、等の発表があり、聴器関係の撮影法が盛であった。

1932年に斎藤真が「生体血管レ線撮影法及び臨床的応用」の宿題報告を日本レントゲン学会で行っている。

1933年には、早川市蔵「対称的乳嘴突起X線光線写真撮影法の価値について」、牧野利三郎「余の考案せる視神経孔のレントゲン写真撮影法」、加藤勘爾「下顎智歯のX線特殊撮影法」等の発表があり、頭部に関する関心がつよい。

註 1926年に、town, stenvers等の撮影法の発表も行われている。

又同年には、伊勢田静夫等による「肺のレントゲン線写真撮影法」、泉良蔵「レントゲン遠距離撮影の技術的進歩」、関誠一郎「軟骨の照写法」、荻尾宰一「唾石のレントゲン撮影法について」等の発表がある。

1935年に古賀良彦は「肋軟骨のレ線撮影法」を、鶴来政雄は「乳幼児胸部レントゲン撮影の一便法」を報告している。小野恒造の「レントゲン写真の引き算」（島津時報45-54）は、現在のサブトラクションのことであろうか。

この年代（1927年頃）の特長の一つとして、武田俊光著『レントゲン技術』鳳鳴堂￥1.40、莊鳳四郎著『袖珍レントゲン撮影法』吐鳳堂￥2.50のX線技術に関する著書が出版されたことが上げられる。又、島津の第一回レントゲン祭も行われ、レントゲン講習会の開催等も、ようやく台頭してきたX線技術への関心の高さの現れといえよう。

1929年には、白木著『レントゲン線操作の基礎』南江堂￥8.00も出版されているし、東京顕微鏡主催講習会（5回）で、エンチエファログラフィ、ミエログラフィ等の造影撮影に関する講習も行われている。

島津レントゲン時報に、早野常雄が「レントゲン撮影術」（37-3 1933年）、武田俊光が「レントゲン写真撮影の研究」（1935年）の技術的な総説を発表しており、ようやく技術の統合、統一化が行われてきた時代と言えよう。

4. 2. 1. b. 応用撮影（特殊撮影）

この年代の特長として、各種の特殊な装置、器具の開発とともに、新しいX線撮影法も次々と登場してきたことが上げられよう。現在の技術からみて、初步的であるのは否めないが、劣悪な条件下（X線装置の低出力、受像系の感度不足等）での先人の努力に敬意を表したい。

（1）断層撮影

断層撮影はBocageが1917年に理論的な基礎発表を行い、1920年（1921年？）に製作の特許をとっているが実用化に至らず、その後Vallebonaの研究（1930年）、Ziedses des plants（1931年）の臨床的発表を経て、Grossmannが1932年にTomographyを創案しSanitas社が装置を製造販売して実用化された。又、Grossmannは1935年に円弧運動方式の装置の発表を行っている。ちなみにZiedses des plantsは1931年に多層断層撮影の原理を提案し、死体で撮影をしている。

本邦では1935年に桑野鉄四郎が「断面撮影法 Tomography」の発表を行っているが紹介論文で、1936年に宮地韶太郎が深部撮影法として発表しているのが恐らく初めであろう。1937年に桐山太郎が「レ線断面撮影の応用例について」の発表をしている。

（2）間接撮影

1921年に既にSchindlerが原理を発表していたが、Abreu（1930年）、Holtelder（1931年）に

よってX線集団検査に利用され実用化されはじめた。本邦では1937年に古賀良彦が「レ線間接撮影に関する研究」を第4回日本放射線医学会で発表し、1941年に同会で宿題報告を行い、次年代で急速に発展する素地となった。

(3) 立体撮影

X線発見2年後の1897年に、既にLavy-Dorn, Maie-Ribartによって相次いで発表された立体撮影法は、その後1928年にBarthのステレオスコピの発表があり、塩田は、1917年に滯仏中に得た手術中の立体写真を供覧している。神中は、1920年に「幾何学的レントゲン立体測定法について」発表し、ついで小川（1924年）、板津（1929年）、滝内（1929年）、藤堂（1933年）、多々良（1934年）と発表が相次いでいる。

二次元投影像の立体視は殊に日本人の嗜好にあったのか、現在まで次々と新しい方法が発表されているのも興味深い。

(4) X線映画（シネ撮影）

1897年にMacintyre、1907年にKohlerによって既に試みられていたが、Russel, Reynold（1927年）は、f1.9の明るいレンズを用いた間接法を、Alvarezは直接法による方法（1930年）を発表し、Jankerは1932年に間接法、Grodelは直接法（1933年）、Russelは、f 0.85のレンズによる間接法を相次いで発表している。

本邦では、蓑島高が1932年に「X線活動写真」の発表をしているのが初めてで、1936年以降は牧野、細江、矢部、河石（1938年に宿題報告）が発表を行っている。

当時としては恐らくフィルムの感度も低く、大線量を必要とし、困難を極めたことであろう。

註 1967年に米国ロチェスター大学でシネ開発当初の16mmの脳血管造影の映画を見たが、X線管を殆ど頭部に密着して撮影しており、後日脱毛がひどかったとのことである。

(5) その他の特殊撮影

① **拡大撮影**：1912年にGogyがミクロレントゲンを創始したのが初めて、Danvillerが1930年に植物の切片のX線拡大撮影をしている。本邦では、これに関する発表は殆ど見当たらないが、当時としてはむしろ実物大撮影に関心が高く（SID60cm前後の撮影のためか）、X線管焦点寸法等の関係もあり（5mm位？）拡大の利点に注目されなかったのも当然であろう。

尚、R. M. Sirvertの拡大に関する発表が1936年に行われているが、1945年までは余り見当たらないようである。

② **高圧撮影**：1924年にWeberが提唱し、1929年にStephaniが150kVの撮影について、また1931年にRoverkampが発表している。可能な限りコントラストを良くするため、むしろ低電圧撮影が推奨されていた時代であるため、これ以後もあまり研究されていないようである。

③ **動態撮影 キモグラフィ**：前二者と異なり、この頃関心が高かった撮影法である。1912年にGotto-Possenthalが初めてキモグラフィを始め、次いでJanker（1927年）が、1931年にGignoliniが装置を作成した。

本邦では1936年に岩崎秀之、志賀達雄が、1937年に渡辺太郎が発表しており、基本的な装置構成は現在とあまり変わらず、1945年にHennyがエレクトロキモグラフィを考案している。

いずれも心臓等の動態機能計測のための検査法として、当時としてはただ一つの方法であったのであろう。

(4) **連続撮影**：現在とは比較にならないが、1898年にRouxが12枚連続直接シネとして発表している。本邦では1930年に村松篤治が「十二指腸のレ線写真連続撮影法について」蛍光(4-3)に発表しているのがただ一つのものである。

(5) **それ以外に興味をひく発表としては**、1908年にKoehlerが遠距離撮影を提唱している。心拍連動撮影法は、Brehm(1932年)、Hirsch(1934年)が発表している。我が国では、1926年に斎藤真が「瞬間撮影について」、1934年に莊司康が「筋肉レ線撮影法(軟線撮影法?)」について発表をしている。

4. 2. 1. c. 造影撮影

造影撮影の歴史は古く、X線発見の当初から既に行われており、これらの詳細は造影剤の項を参照されたいが、主立ったこの期間の造影検査法について述べる。

(1) 頭蓋内(脳)

この時代は脳室関係が先行し中心であったが、一部血管撮影が試みられるようになった。

1927年 Egas Moniz：脳のangiography

1932年 Dyke：encephalography

1933年 Rousthoi：犬の脳血管撮影

1935年 PA Lima：脳血管撮影

1927年 斎藤真：脳のレ線検診法(5回日本レントゲン学会宿題報告)

1927年 高木憲次：エンチエファログラフィについて

1927年 保利清：エンツエファログラフィの臨床的応用(5回日本レントゲン学会宿題報告)

(2) 消化管

1933年 山崎要：消化管壁レントゲン線撮影法の他2、3編あるのみで、案外少ない。青木郁太郎の胃粘膜撮影法の一例(1930年)もあるが、この時代としては、消化管(胃)の検査法は、一応完成されたのであろうか。

(3) 胆嚢系

1929年 滋野井至孝：経口的胆嚢造影法の経験

山科清三：胆嚢撮影法の臨床的応用

寺内雪男：ヒヨレチストグラフィについて

1929年 亀田魁輔：グラハムコール氏法胆嚢撮影の追試

1931年 末次逸馬：ヒヨレチストグラフィーについて

樋口助弘：静脈内注射による胆嚢造影術

1932年 垣次博四郎：オラル・テトラグノストによる胆嚢撮影の実験的研究

と数多く発表されている。

(4) 尿路系

1929年 R.Dos Santos: 腎動脈造影を施行

1927年 入沢保: 男子尿道レ線撮影について

並木重郎: 泌尿器系器官のプロミラジオグラフィー

三矢辰雄: 摂護腺のレ線撮影法について

1932年 宮原通顕: 静脈注射による腎孟尿管造影術について

この年には静注法による発表が多い。またこの年代は尿路系の発表報告が非常に多く、泌尿器科の医師がX線診断に大きな勢力をもつ端緒ともなった。尚、これ以後は発表は急速に減少している。

(5) 気管支関係

1927年 村上純一: リピオドールによる気管支造影法の臨床的価値

1929年 涌谷重治: 気管支造影法

板津三良: 簡易リピオドール気管支注入法並びに予の注入器について

1930年 神川一格: 沃度油注入による気管および気管支撮影法に関する実験的研究

当時は肺結核疾患患者が多くなったにも拘わらず、あまり研究発表が多くなかったのは、手技的な困難さ（直接穿刺法のため？）、油性造影剤の排泄の問題等からであったろうか。

(6) 血管系

1929年 Dos Santos: 腎動脈撮影

Radt: 肝動脈撮影

1930年 斎藤真: 生体血管の撮影法（1932年同演題で宿題報告）

1931年 Dos Santos: 腹部大動脈造影

1932年 入江: 血管撮影について

1934年 Demel: 抹消血管造影

この年代ではX線装置の出力、受像系の感度も低く、フィルムチェンジャーも無く、恐らくは一枚取りの極めて困難な状況下での検査であったろう。

(7) 肝脾系

1929年 Radt: 脾直接穿刺造影

岡三友: 脾臓顕影法（いわゆるリエノグラフィーについて）

1931年 村松篤治: 造影剤ウンプラトールならびにトロトラストの臨床的研究

1932年 山口夷甫: リエノグラフィーによる脾臓の大きさの測定

入江義一: トロトラストによる肝脾撮影法の経験

この年、この他 斎藤、村山、三浦、伊藤等の同様な発表がある。

1933年 中村徹: トロトラスト静脈内注射による副作用激甚なりし一例

1934年 三輪栄治: トロトラストによる肝脾造影の幼若生体に及ぼす影響

1935年 川原久秀: トロトラストの生体に及ぼす影響

徳毛卓三: 人生体より摘出せるトロトラスト摂取肝及び脾臓の組織学的検索

1928年にBluhbaum, Frik等によって創製された25%トリュームゾルを主成分としたウンプラトール、トロトラストは、従来不可能であった肝脾系の造影を可能とした。そのため、急速に臨床例を始め数多くの発表が行われたが、早くも5年後に副作用等の発表が出始めている。

トリュームは、長年月間、肝臓等に沈着し、かつ微量の放射線を放出しつづけるため、数十年後癌を誘発し、社会的な問題となった。(造影剤の項を参照されたい)。

(8) 子宮卵管系

1927年 福島馨：ウテロサルピンゴグラフィについて

1929年 保坂孝雄：子宮ラッパ管腔のレントゲン診断について

1932年 内村幸麿：子宮卵管造影並びに沃度油剤に関する総説

1933年 山崎要：子宮及び輸卵管壁レ線撮影法

子宮卵管撮影に関してはほぼこの年代で確立されたといって良いのではなかろうか。

(9) その他の系

その他のこの年代での注目すべき造影撮影法としては、

1929年 尾形弘：生体末梢神経及び淋巴管レ線写真

1931年 宮田太喜男：X線による輸精管並びに精囊腔撮影法

1933年 斎藤真：動脈瘤撮影法

1934年 小清水邦雄：トロトラストによる脳脊髄表面造影術の実験的研究

1935年 川原久秀：胎盤造影法の研究

等がある。

4. 2. 2 1936~1945年(昭和11~20年)

前期までに基礎ができた各種の技術が、より多彩に展開された時期といえよう。しかし、後半は第二次世界大戦に突入し、外国の情報も途絶え、医師、技師共に戦争に動員され、資材にも欠きながらも研究開発が進められた暗い時代であった。

4. 2. 2. a. 一般撮影

1937年は一般撮影の発表が比較的多く、

三宅寿：頭蓋孔(視神経孔、卵円孔及び下眼裂孔)標準撮影の基準(余の考案せる撮影補助器)

宮地韶太郎：胸骨撮影法について

鶴来政雄：防電擊携帶用レ線装置による近距離撮影について

等がある。

尚、この年に、梅谷友吉が主催した日本放射線技術学会(現在とは別の組織)が発足し、2、3の発表が行われている。

1938年には、武田俊光が13回日本レントゲン学会で「レ線写真撮影に関する研究」の宿題報告を行っている。

木口三郎の「レントゲン直接印画紙撮影法について」はそろそろ物資不足となる時代を反映している。

1939年には、

志賀達雄：同時二重撮影による体内異物位置の決定

天野藤吉：恥骨結合のレ線撮影術式

宮地韶太郎：深部レ線写真法における暈像の性質に関する研究

藤本慶治：断面撮影像の分離度について

4. 撮影技術・造影剤

清野寛：密着レントゲン撮影法

等の画質に関する発表が多くなされている。

1940年では、

吉浜吉蔵：自家考案撮影台と之を使用しての頭部の撮影について

土木正男：左右肺野のレ線吸収度に著しき差異ある場合の胸部撮影における一考案

加藤三九朗：仰臥位腹部レ線側面像（水平方向撮影）の価値

野村止美：胸骨撮影時におけるフレンチの意義

池田長次：富士フィルム撮影条件について

高橋二十彦：レントゲン感光紙の復活法

桐畠慶郎：胸部X線写真の明細度とコントラスト

新井藏之助：レントゲンペーパーによる胸部撮影について

村上稔二：レ線現像の写真学的見方

等の技術に関する発表が多く見られる。

1942年に城所信五郎が「視束管撮影の新撮影法」、沼田久次が「頸骨の撮影法」を、1943年に野村正美が「乳嘴突起の撮影法」を発表している。

1943年に綱川高美が「被写体の厚さと所要放射線量の関係検討」を報告している。ちなみにこれらの報告は、第一回日本放射線技術学会で発表されたもので、以後多くの技術者による発表が公に行われるようになった。

4. 2. 2. b. 特殊撮影

前期に引きつづき、装置、機材の性能も向上し、一般的に特殊撮影が定着しつつある時代といえよう。ただ、この時代の後半は第二次世界大戦に突入したため、この分野でも外国の情報の入手は非常に困難となり、かつ一部の資材の不足もあり、あまり目新しい研究の進展は見られないが、国策に沿った間接撮影法は、異常ともいえる多くの研究報告がなされている。

(1) **断層撮影**：前時代に臨床的に応用されはじめたが、この年代では1937年にWatsonとKodiahosが横断断層法を、1940年にWatsonが同法をRotatographyとして発表している。又、1937年にDirienzoがPlanigraphyを考案している。本邦では胸部疾患（肺結核）の発見のために、間接撮影と共に数多くの研究発表がおこなわれている。当時、断層撮影は、一名“深部レ線写真”とも呼ばれているのも興味深い。

この年代での王な発表をあける。

1936年

古賀良彦：レ線深部写真および間接写真の応用

宮地韶太郎：深部レ線写真法

1937年

桐山大郎：レ線断面撮影の応用例について

大児民和：レ線断面撮影法

宮地韶太郎：深部レ線撮影法トモグラムについて

1939年

藤本慶治：断面撮影像の分離度について

三宅 寿：トモグラフィの現況

西川豊藏：断面撮影装置について

1940年

斎藤健二：レ線断面撮影法とその応用について

岡西順二郎：簡易なるレ線断層撮影装置について

1941年

加藤芳郎：レ線断面間接撮影法

清野 寛：携帯（可搬）用装置による胸部断層撮影について

1942年

藤浪修一：断層撮影による重複撮影法

がある。

(2) **間接撮影** 本時期における最も大きい特長は、間接撮影に関する報告であろう。1921年にSchingによって原理が発表され、1930年にAbneu, Holtelder, Yanker等によって実用化された間接撮影法は、外国では1938年頃にAbneuが35mmフィルムの使用を提唱し、Hollisが4×5インチフィルムを使用していた報告がある。

本邦では、1937年に、古賀良彦が「レ線間接撮影法に関する研究」を発表したのが最初で、1941年に第一回日本放射線医学会において宿題報告を行っている。

註：この報告では石田能次郎技師の基本な努力が貢献したという報告もある。

その後急速な研究が進み、1941年には19題の演題が報告され（註 以後の数は後藤著の文献によるもののみである）、そのうち主立った撮影技術に関するものを上げる。

1941年

小原誠：蓄電器放電式X線装置の間接撮影法における応用について

田辺鐸二：レ線間接撮影の応用並びに直接撮影写真との比較

多田茂樹：レントゲン間接撮影実施について

関戸信吉：間接撮影における2、3の問題

1942年では13題の報告が見られ、早くも放射線防護に関する発表が出ている。装置については激減した。

桜林静男：レ線間接撮影フィルムの不均等性黒化度について

岩村義行：間接撮影法における遠距離並びに近距離撮影について

石川憲男：読影より見たる間接撮影法の再検定

広谷浩三：間接撮影における電圧と散乱線

志賀達雄：間接撮影における散乱線量の概測およびその災害防衛について

桜林 静男：レ線間接撮影における二次線量測定について

1943年

小原 誠・間接撮影装置と電圧

駒井善雄：間接撮影におけるフィルム黒化度の均等度について

中村徳夫：間接撮影法フィルムの不均等性黒化度を生じる一因子について

小原 誠：X線間接撮影蛍光板の発色色調について

梅香家弥一：間接撮影についての一試案

田島仲員：複間接撮影法

志賀達雄：放射線危害防止の許容限度について

桜林静男：レ線間接撮影における二次線の空間分布状態より観たる防護施設の研究

その他集団検査結果、成績等の発表が数多く行われているのがこの年の特長であろう。

間接撮影は、我が国において“富国強兵”の国策に沿って、亡国病といわれた肺結核の早期発見のため急速に発展し、装置、技術は短期間に進歩し、すばらしい成果を上げたが、それらは戦後の混乱の中で再度国家的事業として肺結核の撲滅のために、X線集団検査が取り上げられ、放射線技術の社会的認識、普及へつながっていったと言えよう。

(3) 立体撮影

前年代につづき、この期では各種の部位に対して立体撮影を応用した報告が見られる。

1936年

鈴木忠房：歯科領域におけるレントゲン立体写真について

1937年

緒方周一：耳鼻科領域における簡単なレ線立体写真撮影法

1938年

城所信五郎：聴器のレ線立体撮影上の一考案並びに写真供覧

山辺顯彦：立体における（産婦人科的）レントゲン撮影

1939年

堀田慎之：弾丸部位別測定法並びに摘出法として最も簡単なるレントゲン立体撮影法に関する一考案

志賀達雄：同時2重撮影による体内異物位置の決定

1941年

平出信義：一枚のフィルムに立体写真を同時に写す法、立体透視、同時立体間接撮影

金田 弘：レ線立体撮影法に関する一考案

1942年

藤原文夫：立体レントゲン写真の研究、裸眼立体視を中心として

関 思孝：立体レ線写真撮影における撮影距離と焦点間隔

(4) X線映画

牧野利三郎、河石九二夫、矢部升、細江謙三等が前期に引きつづき研究発表を行っている。河石は、1936年の日本放射線医学総会において、写真を供覧しており、1938年に同会で宿題報告を行っている。

又、小宮山一男は、1942年に国産16mmフィルムによるレ線映画の報告を、1943年に細江は第一回日本放射線技術学会で「最近におけるレ線映画撮影法」の報告と、映像の供覧を行っている。

(5) その他

外国では、1937年に、XeroradiographyをC. F. Calsonが考案しており、1945年Henryがelectro kimographyを発表している。この当時は動態撮影が盛んで、1936年に矢部升が

3回日本放射線医学会で「動態レントゲン写真」の特別講演をしており、同年に岩崎秀之も「レントゲンキモグラフィによる心臓機能の研究」を発表している。1938年には、市川篤二が「腎孟及び輸尿管のキモグラフィについて」、矢部升が「肺結核における診断法としての動態レントゲン写真について」を発表している。

又、1941年に、志賀達雄が「心臓拍動と運動する胸部瞬間撮影法に関するレ線学的研究」を、1943年に原田達三郎が「連続撮影用の取扱について」、竹内禎三郎が「二方向レ線装置について」、瀧内政治郎も「大焦点管球を用い鋭焦点を得る一工夫」を発表している。

外国では、1936年に、拡大撮影に関して、R. M. Silverが発表しているが、漸次、戦況が進むにつれ、これらの分野も間接撮影、断層撮影を除き研究発表は減少している。これも戦争という忌わしい時代の影響と言えよう。

4. 2. 2. c. 造影撮影

X線発見以来、造影検査は種々発表されており、前期では非常に華々しく論じられたが、これらの研究もようやく落ち着き、一部を除き技術的にも普及の時代となったのがこの期の特長といえよう。1936年に造影検査の宿題報告が多く見られるのも、その象徴であろう。

この期の外国における造影検査法の開発としては、1938年にG. P. Robbが初めて心血管撮影を、Dos. Santosが直接穿刺による静脈撮影を、1938年にDimtzaが下肢angioの研究を、1939年にRonstholtが心血管撮影を、1940年Hamiltonが沃度油によるmyelographyの報告を行っている。ちなみに、1939年にHamiltonが¹³¹Iを人体に応用した記録がある。

○
註：1936年における37回外科学会での造影検査の宿題報告として

東 陽一：脳脊髄表面造影術

佐藤清一郎：気管支撮影法

赤岩八郎：胆道撮影法

藤浪修一：胃腸撮影法

杉村七太郎：腎。腎孟および輸尿管のX線検査法

斎藤 真：血管および神経撮影法

が行われている。

○
本邦における主な発表をあげる。

(1) 消化管

1937年

有井友清：胃粘膜皺壁撮影法について

児玉勝利：大腸粘膜皺壁撮影法について

1939年

藤浪修一：食道粘膜皺壁像撮影法およびその所見、付食道レ線キモグラフィについて

(2) 胆道系

1937年

児玉勝利：いわゆる胆囊迅速撮影法の吟味

1938年

4. 撮影技術・造影剤

末次逸馬：ヒヨレチストグラフィの実地的臨床経験（第2回日放医学会宿題報告）

1938年

鋤柄秀一：気腹胆囊撮影法

1940年では、菊地、河井、友田、立入、黄等による国産胆囊造影剤シャッテンの臨床的使用経験の発表が行われている。

(3) 血管撮影関係

1937年

吉崎梧樓：皮下穿刺による四肢生体動脈レ線撮影法について

1938年

三浦岱栄：脳髄血管造影法の進歩と之が応用

1939年

藤野重雄：生体肺動脈撮影法およびその臨床的応用

1943年

橋本義雄：経骨髄静脈撮影法について

(4) 子宮卵管系

1938年に、川原久秀「胎盤造影法の基礎的研究並びに胎盤の透過性に関する研究補逸」、中山盛祐「子宮内膜のレリーフ造影法」、1942年に、松尾達雄「妊娠初期における羊水造影術」等の発表が行われている。

(5) その他

尿路系では、各年に散発的に発表がおこなわれているが、特に取り上げるような発表は見当たらない。気管支関係では、1940年に岩永芳男の「モルヨドール気管支注入法、特にカテーテルによる経鼻腔的注入法について」があり、リンパ系では1936年、舟岡省吾の「生体における淋巴管および神経のレントゲン撮影方法」1938年川原久秀の「淋巴造影の実験的研究並びに人体応用について」が見られる。

以上の、この期における造影検査関係では特に新しい発表は余り見られず、前期に盛んに行われたトリューム系造影剤による肝脾造影も急速に減少している。他の検査、撮影法と同様に、戦争の影響が造影検査関係にも色濃く反映していると言えるのがこの期の特長であろう。

4. 3 昭和中期〔1945～1960年（昭和20～35年）〕

この年代は、第二次世界大戦もようやく終息した戦後の混沌と貧困の時代であった。しかし、放射線技術の領域においては比較的早い立ち直りをみせ、日本放射線技術学会も、1946年（昭和21年）に早くも第2回総会を開催しているし、学会誌も再発刊され、研究発表が行われている。又、これまでの研究発表演題に比べ、内容も充実し、数も徐々に増加した。

以下、1960年までを一応5年毎に分類し、各期に於ける撮影技術の動向を本学会における発表演題、投稿論文によって考察していきたい。尚、分類、演題名等は本学会出版の、論文抄録集（昭和38年刊）、文献集（昭和49年刊）によったが、全演題について述べられないもので、その時代の動向を示唆する物のみを取り上げた。くわしくはこれらの文献を参照されたい。（—）は発表された本学会誌の巻一号を、（）は発表総会の回数を示す。又、発表者氏名は筆頭者のみとした。

4. 3. 1 1945～1949年（昭和20～24年）

戦後の混乱の時期であるが、当時は食糧、交通事情等の極度に悪い情況下での会合であったろうし、また会誌の発刊も困難を極めたことを思えば、先輩諸氏のこれらの発表にあらためて敬意を表したいものである。

第5回総会において原子爆弾障害調査委員会 放射線科アーサーSタッカー氏による特別講演「Xレー技術改善の諸条件 Factor in a improvement Xray technique」が行われ、以後の放射線技術界に一つのインパクトを与えたことも特記すべきことであろう。

尚、便宜上一部戦前の昭和18年における第一回総会での発表、論文も再録した。

4. 3. 1. a. 撮影理論

撮影理論に関しては、撮影条件についての発表が多く、

柴崎俊彦：妊娠撮影時のレ線量について（1-1）

小原 誠：間接撮影の撮影条件（1-2）

野村正美：胸部撮影に関する実験的研究（1）

綱川高美：被写体の厚さと所要放射線量の関係検討（1）

滝内政治郎：写真黒化度と管電流について（3）

岡橋房一：高電圧による遠距離撮影（3）

青木重秋：胸部撮影時における胸の厚さと撮影条件に関する（4-2、3）

細江謙三：部位の厚さを基準とする米国式撮影法について（5）

熊谷定義：ギプス装着時の写真撮影術と電圧の関係について（6-3）

今津 博：X線胸部撮影条件の再検討（6-3）

岡橋房一：胸部適性撮影条件（米国式撮影法）aの決定（6）

綱川高美：係数撮影法（6）

梅谷友吉：露出情報決定を目的とする電圧表の検討とその再生について（6）

特に注目したいのは、次期年代で急速に検討が始まる適性X線露出量の数的取り扱い（計測法）の先駆としての細江、綱川、岡橋、青木、梅谷等の論文で、それまでの経験的な撮

影条件の決定に一応科学的なメスを入れ始めたといえる。

この外の興味ある発表、論文として、

綱川高美：撮影時の散乱線について（4）

広住治夫：X線拡大の実験的結果について（2-2、3）

掘畠幸吉：レントゲン近接撮影について（2-1）

野村正美：体内の異物摘出についての一つの提案（3-1、2）

大隅 豊：遮光筒の影像におよぼす影響（4-1、2）

福田太郎：骨盤計測のための遠距離実物撮影法（4-1、2）

等がある。

4. 3. 1. b. 一般撮影

当時の撮影法での関心は主に頭部と胸部に向けられている。

頭部では

野村正美：乳嘴突起の撮影について（1）

野村正美：乳嘴突起の孤立撮影法について（5-12）

渋谷慶一郎：マイヤー氏法の一般法について（2）

野村正美：トルコ鞍撮影術式の吟味（4）

胸部では

荒川 昌：女子胸部X線写真における乳房陰影について（1-2）

梅谷友吉：單一フィルムによる矢状方向前額方向の胸部重複撮影法（4）

古谷鉄雄：蓄電器放電式X線装置と回転陽極X線との組み合わせによる胸部瞬間撮影について（5）

等がある。

4. 3. 1. c. 造影撮影

鈴村作平：肝臓の血管撮影法（1）

中沢 勇：近時バリュームの質と中毒について（5-1、2）

野村正美：X線写真像よりみた腎臓の位置について（5-1、2）

山本 稔：トモグラフィ代用としての気管支造影について（6）

尚、1949年にSeldingerが選択的血管造影法を発表している。

4. 3. 1. d. 応用撮影（特殊撮影）

前期で急速に発達した間接撮影が僅かに多く見られるのみで、次期以降に比べて少ないのも戦後という時代的に見て当然であろう。それらの内、主な物を上げると、間接撮影では、田島仲員：複間接撮影法（1-1）（一回の照射で複数の人を撮影する方法で、実用化されたのであろうか）。その他の特殊撮影法として

我孫子：ケールコップのトモグラムによる正面像撮影（5-1、2）

久保克行：X線ディアゾグラフィについて（2-2）（吸気、呼気時の像を同一フィルムに撮影する方法）

広住治夫：X線像拡大の実験的結果について（2-3、4）

その他の興味ある発表として、木村、阿部等が稻等の穀類や豆類に、X線を照射した場合の影響について述べており（4-1、2、4-3）、安岡の「水中撮影法」（3）、酒井の

「レントゲンによる複写法」(2)が上げられよう。

この時代で特筆しておきたいのは、細江謙三による「最近におけるレ線映画撮影法並びにレ線映画の供覧」で、資材の乏しい時代において発表されたことに敬意を表したい。

尚、1947年にColtmanがI.I.を開発しており、以後透視、映画、間接撮影等に大きく貢献した。

4. 3. 2 1950~1954年(昭和25年~29年)

戦後の混乱の時期も、どうやら落ち着きを取り戻し、結核検診の普及と共にX線検査が一般化されてきた。又、後半には、「診療エックス線技師法」が施行され、技師(技術)教育も体系化されはじめたのも、この時代の大きな特長であろう。

学会における発表演題、投稿論文も飛躍的に増加し、内容も充実し、高度化してきたし、次期の第一期の技術の多様化の時代への先駆的時期といえよう。

この時期から、宿題報告が始まり、9回総会で綱川高美が「肺臓撮影に関する基本的諸問題」(9-1)、10回総会で飯塚芳郎が「増感紙の性能評価に関する研究」を行っている。

又、5回総会で高橋信次教授が「X線回転横断撮影法」を、7回総会では中華民国の呉氏が「X線像の仮影研究」の特別講演を行っている。

4. 3. 2. a. 撮影理論

今期における撮影理論は、画質に関係する発表が多く見られる。装置機材の開発がこれを助けると共にようやく画質向上への関心の高まり、技術的解明が始まったといえる。

これらの主だった報告として

坂内秀郎：X線放射角の変化に依るフィルムの濃度及び対照度の変化について(7-2、3)

小松好郎：影像の鮮鋭度についての実験(8-4)

定久止天：定焦点撮影法について(9-4)

内田 勝：polisography条件に関する基礎的考察(9-2)

後藤邦男：X線影像の鮮鋭度についての実験(10-2)

熊谷定義：管球焦点の大きさが影像の拡大率と尖鋭度に及ぼす影響と実際の諸問題について(10-3、4)

鍵田政雄：レ線感光エネルギー量について(11-4)

その他、梅谷、丹羽、原等により約13題の口述発表がなされている。またこの時期から散乱線に関する演題が急増しているのも一つの特長であろう。

横見光春：散線除去に関する一考案(7-4)

樋口喜代治：ガイガーメーターによる2、3の物体より発する散乱線の測定(9-4)

口述発表では、宮原、山口、北村、光田、根来、成田等が行っている。ちょうどこの時期に静止用グリッドのルシデックスが発売されたのが一つのインパクトとなったのであろうか。

撮影条件は前期に引きつづき約30題の発表がある。前期に、細江、綱川等が提唱した、いわゆる係数撮影法が大きな波紋を呼び、これらに関する演題が急増した。

主な論文を上げると

4. 撮影技術・造影剤

今津 博：X線撮影条件の再検討（6-3）

内田 勝：露出表について（7-2、3）

小山 豪：X線撮影用露出計の考案（7-2、3）

内田 勝：ブレンデ使用時における乗数について（7-4）

内田 勝：蓄放式X線装置による一般外科撮影の露出表について（8-1）

があり、口述発表では、梅谷、大谷、井川、遠藤、石田、中島、水間等が行っている。

X線画像の線質についても関心が高く、

吉泉元治：X線管電圧が肺結核空洞の陰影出現に及ぼす影響の実験的研究について（9-3）

前田英嗣：リスホルムブレンデ使用時の管電圧の選定について（9-3）

又、付加フィルタについて、片山、原本、遠藤の報告がある。

4. 3. 2. b. 一般撮影

この時代の一般撮影の動向としては、頭部、駆幹骨系の発表が多く見られることである。

二宮 韶：卵円孔の簡易撮影法（7-1）

高本雄一朗：視神経管孔のX線撮影について（8-1）

増野 豊：視神経孔断層撮影法（9-3）

小野昭人：乳様突起部の撮影に関する報告（10-1）

があり、視神経孔撮影について増野、高本等の口述発表もされている。駆幹骨では

草皆太平：胸椎側面及び胸骨のX線撮影法について（7-4）

土井信一格：胸骨のX線撮影術式（11-1）

があり、鈴木、本石が胸骨撮影について口述発表をしている。骨盤系で金沢 章が勢力的に口述発表をしている。

又、中島元善の「外科領域におけるX線撮影法に関する新工夫」（9-3）もある。

胸部に関する演題は、前述の綱川の宿題報告と共に、

大隅 豊：携帯用X線装置による胸部の瞬間撮影（9-2）

小倉佐助：結核性肺空洞に対する近接照準撮影法について（11-1）

樋田 淑：第二肋骨傾斜角度を基礎とした肺尖撮影法の一考（11-4）

吉田、二宮、大隅、荒木、岩井、喜多等が口述発表している。

4. 3. 2. c. 造影撮影

薬剤と気管支造影の発表が多いのがこの期の特長といえる。薬剤に関しては、

金沢 章：屍体血管撮影の造影剤について（8-1）

奥村彦太郎：各種造影剤のX線吸収について（9-4）

があり、松場、星野、石関、西河等の報告もみられる。

気管支造影については、本間、中島、原、道軒の報告があり、いずれも技術的な検討を行っている。この他の造影撮影に関する発表は、山内の胆管撮影法を除いて0なのもこの頃の特長であろう。

4. 3. 2. d. 応用撮影（特殊撮影）

前期に引きつづき、断層撮影と間接撮影系の発表が多く、拡大撮影、軟線撮影法が本格的に登場してきた。これも装置器具の新開発によるところが大きい。

(1) **断層撮影**：断層撮影の今期の特長は、簡易装置による報告が多いこと、回転横断撮影法が登場したこと、及び同時多層が始まったことであろう。尚、第5回総会で、高橋信次教授の特別講演「X線回転横断撮影法」が行われている。装置の主な発表として簡易断層撮影装置について、天野素六(8-2、3)、河西袈裟吉(8-4)、古賀陽造(8-4)、熊谷定義(8-4)、安藤八郎(9-4)等の論文があり、8題近くの口述発表がある。これも当時の肺結核診断の需要の増加と、経済的理由を反映しているといえよう。

断層撮影技術、画質に関しては、

小泉菊太：断層撮影における目的部位測定について(8-2、3)

鈴木正作：各種断層撮影装置におけるフィルム面上に及ぼす重畠関係について(8-4)

平井正雄：断層撮影における特殊フィルターの効果(10-1)

綱川高美：断層像改善の一考案(11-3)

富樫 健：土耳古鞍の断層撮影に関する実験報告(11-4)

口述発表として、丹羽、小糸、田島、清水、吉泉等の報告がある。その他の報告として、

平木元二：異相同時断層撮影法について(10)

折原 昇：断層写真間接撮影法の実験研究(7-1)

清水克豊：肺の各正域における断層撮影について(10-3、4)

があり、同時多層撮影法は次期に急激に演題数が増加し、関心が高まっている。

堀井新次郎：SS式横断回転撮影装置における横断深度とX線入射角度との関係に関する基礎実験(8-4)、同じく抹消陰影とその干涉陰影に関する基礎実験について(9-3)、及び胸部X線像に関する報告(10)

も興味を引く。

(2) **間接撮影**：戦前から特に本邦において発達した間接撮影に関する研究は、胸部については今期が一つのピークを示している。又、内容的に装置器具についての発表が多く、10回総会で藤沢 信が「間接撮影用フィルムのデテール再現能力について」の特別講演を行っている。

撮影技術に関しては、

今津 博：間接撮影に関する2、3の実験(7-1)

前田英嗣：60×60m/m間接撮影フィルムの観察角度(10-3、4)

口述発表では関口、杉田、阿部、青木、宇都宮、新門等が着衣や高圧撮影、ホトタイマ等についての検討を行っている。

この時期、古谷鉄雄が胃集検について「蓄電器放電式X線装置による6×6寸判胃間接狙撃撮影」(8-23)の発表を行っている。間接撮影は、以後装置の性能改善(ミラーカメラの登場等)と相俟って、より多彩な展開が行われるようになる。

その他の応用撮影：今期の特長として、軟X線撮影が登場したことであろう。内田 勝「軟X線撮影における23の考察」(7-1)、中村、福岡、片山、佐藤、山口が線質等について口述発表をしている。しかし、本格的に撮影法として取り上げられたのは、20回(昭和38年)以降である。

立体撮影は、X線発見当初から試みられているが、今期も一つのピークを示している。

論文としては、

小泉菊太：X線立体写真測定法の一例（9-2）

北野近志：X線立体写真の心拍同調自動撮影装置の考案（9-3）

高梨恒克：レントゲン立体写真法の試み（11-3）

口述発表として、伊藤、福岡、石関、大谷、坂内、高梨等が行い、当時の傾向として深さ万向の計測についての報告が多い。

拡大撮影もこの期から発表が始まったといえよう。それもこの頃に0.3mm焦点X線管が出現したことによる。論文としては無く、福岡、今田、伊原の口述発表が行われている。

高圧撮影もX線装置の性能向上につれ、画質的、X線被曝軽減、および短時間撮影等の要求と相俟って、高電圧撮影に関する演題が登場したのもこの期からである。これらは次期で最高となり、内容的により深く追及されていく。

竹下三藏の「深部治療器による高圧撮影法並びにタイマー及びシャッターの試作について」（11-2）の論文があり、佐野、岩井がX線装置について口述発表している。

その他の興味ある論文として、

藤木実一：前脛骨及び胸椎のSlit scanographyについて（11-4）

平井正雄：古文化財の放射線学的鑑識法（11-2）

吉泉元治：過去5年間に経験せるレ線フィルム失敗の統計的観察について（9）

岡橋房一：X線フィルム反転法（8）

奥村彦太郎：X線による陽画作成法（8）

がある。又、1951年にX線テレビジョンについて初期の報告も行われている。

4. 3. 3 1955～1960年（昭和30～35年）

前期において戦後の新しい放射線技術がスタートしたが、花開いたのがこの期であり、『戦後第一期の技術の多様化時代』といえよう。

本学会においても撮影技術に関して多くの宿題報告が行われ、又、この期からシンポジュームが初めて行われるようになった。

宿題報告として

12回総会 渡理政英：撮影条件に対する「ブレンデ」の影響に関する実験的研究

14回 熊谷定義：骨撮影の基礎問題（14-1、2）

15回 川崎幸植：間接撮影の基礎的研究（15-1）

16回 加藤五郎：高速度撮影法（16-3、4）

17回 林 周二：X線写真像示現の限界（17-3）

シンポジュームは、

13回総会：乳幼児の胸部X線写真に就て（演者：増野 豊、加藤芳郎、岡本与之助）（13-1）

14回総会：胸椎の撮影について（演者：古谷鉄雄、渋谷慶一郎、岡橋房一）（14-1、2）

16回総会：診断時における被曝線量（演者：石坂正綱、広住治夫、堀井新次郎、中間光雄）（16-3、4）

17回総会：撮影時における散乱線のフィルムに及ぼす影響（演者：藤沢謙三郎、石田勝哉、佐藤大令）（17-4）

と多彩な発表が相次いで行われている。

又、13回総会において、高橋信次による「欧米における最近のX線技術について」の特別講演が行われているが、ようやく海外にも目を向け始めた時代としての象徴であろうか。

発表演題、論文数も増加し、特に撮影に関する理論的考察としての画像論、応用撮影の高压撮影、断層撮影、間接撮影等の演題が正に急増しているのが、この期の最大の特長である。以下この期における撮影技術の推移について述べるが、何分にも演題数が多いため特長的な演題のみの記述に止どめたので了承されたい。詳しくは参考文献を参照されたい。

4. 3. 3. a. 撮影理論

この期の特長の一つである撮影条件に付随しての画質、線量についての演題が多く、約70題近く報告されている。X線量、画質に関する発表として

宮下五郎：X線強度とコントラスト(γ)並びに感度比との関係について(16-1)

細江謙三：焦点の大きさと撮影距離の解像力におよぼす影響について(14-3)

山下一也：X線撮影に関する2、3の考察(14-4)

口述発表としては、鍵田、遠藤、内田等が線質に関して約14題発表している。

散乱線に関して30題近くの発表が行われているのも大きな特長であろう。主な発表として、

草皆太平：胸部X線撮影時の散乱線の状態について(16-2)があり、口述発表では、焦点外X線について、清水、遠藤、石田他2題、グリッドについて庄住が、グレーデル効果について滝内が初めて報告している。又、除去法に関して光田、後藤、根来等が数多くの発表をしている。さらに、この時期に多重絞り装置が登場したので、その効果についての発表も多い。

宮川忠重：透視X線装置の絞り面積と管電圧について(12-2)

神田賢吾：微少放射口による写真効果並びに散乱線について(14-3)

口述発表では、岡橋、大隅等が8題、散乱線の方向について虎渡(3題)、散乱線の濃度に関して林、前田等が、カセッテ等の用具について深津、瀧谷、高尾等が発表している。

その他、臨床的な散乱線の影響について坂井、前川が、散乱線と管電圧の関係について田中が、フィルタ効果について細江が発表している。

又、内田、遠藤、山下等による「最大情報量撮影」の一連の発表が15回総会から始まっている。

撮影条件についての発表は真に多く、前期につづき、比例露出(石田)、係数撮影法(内田)、胸厚距離法(綱川)と多彩に展開され、土井信等の計算尺による方法、イオントマット等での自動露出(清水、梅谷、阿部)も登場してきている。論文としては

宮川忠重：透視X線装置の絞り面積と管電圧について(12-2)

宮下五郎：X線透視の適性条件について(15-2)

宮下五郎：ギプス装着時における露出係数の決定について(14-3)

があり、口述発表は石田、二宮、遠山、小倉、井上等によって約20題行われている。

4. 3. 3. b. 一般撮影

胸部に関する発表が全期を通じて最高の数で、頭部の発表も多いこと、骨撮影の宿題報告、乳児、胸椎撮影に関するシンポジウムが行われたのも今期の大きな特長であろう。

(1) 胸部は論文として

竹吉千市：胸部撮影法の検討（肺尖撮影法における肋骨傾斜角度測定法）(12-1)

渡 政英：身体検査に際して撮影した青年男子胸部レ線写真について (14-4)

があり、口述発表では野村等の報告が20題近く寄せられている。興味を引くのは、加藤、木田の塵肺、硅肺に関する報告と、磯目、大須賀、今津等の胸廓の大きさとフィルムサイズの検討で、当時の様子が伺える。

乳幼児撮影については前記のシンポジウムと共に、山本はインパルスタイマによる1/100秒撮影を、増野 豊は「X線撮影時の体位が乳幼児胸部X線写真の肺の面積に及ぼす影響について」(17-1)について発表している。

(2) 頭部では、卵円孔撮影について山口、岡橋が、副鼻腔撮影に関して井上、山下が、視神経管は高本、岡橋、午道が口述発表をしている。又、眼内異物等について高本、頬骨撮影は末永、顎下腺唾石について増野が発表している。中村、西村等の耳鼻、視束管の断層撮影の報告もある。

(3) 脊幹骨：胸椎撮影のシンポジウムも行われ、胸椎撮影に関して、西川、山口、後藤、井上、笹木の口述発表と、井上五郎の「胸椎撮影の一考察」(17-2)がある。又、脊椎撮影では山口、古谷、瀧谷、岡橋の口述発表があり、この他、笹木の胸骨撮影、骨盤(計測)について、増野の「仙腸関節軸位撮影法」(16-2)、金沢、原田、茶鍋、清水等が口述発表している。

(4) その他：四肢骨については、

田畠定男：膝蓋骨正面像の開角撮影法について (14-3)

田畠定男：膝蓋骨側面撮影法の検討 (14-4)

末永明雄：大腿骨頸部骨折整復手術中撮影時のx-ray controlについて (16-1)

があるが、口述発表はあまり見当たらない。

4. 3. 3. c. 造影撮影

造影撮影に関する発表は意外に少なく、次期に急増する。主な研究発表の動向として、薬剤に関する報告は、バリュームについて山田、小野、広住が、沃度系造影剤では藤野、田中が報告している。

気管支造影に関する報告が比較的多く、原、沢田、小倉、江草、谷屋、大内が行っているが、この期以後殆ど行われていない。

消化管造影についても報告は少なく、金井 厚「全胃腸管迅速造影法」(17-2)、井手の陽性、陰性造影剤の併用による透視法(二重造影?)、加藤の注腸に関する報告があるのみである。

脈管(血管)造影では、心臓血管造影撮影について松本の発表(12)が初めて行われ、石原、大谷の報告もある。以後装置、手技の急速な進歩が始まる。加藤の宿題報告(16回)が時代の先駆的発表と言えるであろう。

他に尿路系では、論文として

高橋憲司：各種体位による膀胱撮影法の研究 (14-3)

加藤芳郎：腎孟造影撮影の無圧迫法による写真価値について (14-4)

口述では、大島、牛尾、沢田の発表がある。

その他、リンパ腺撮影について宮森の、「耳下腺造影撮影法について」（14-3）、佐藤の屍体造影の薬剤についての報告もある。山下はautotomographyについて発表している。

4. 3. 3. d. 応用撮影（特殊撮影）

この期の特長として、高圧撮影、断層撮影、間接撮影に関する論文、発表が急増したことが上げられる。これも装置器具の開発と性能の向上によるものであり、拡大撮影も一つのピークを示している。ただ、高度の技術的展開はさらに後日に譲らねばならないものが多くあるのは否めないであろう。

（1）**断層撮影**：この期における断層撮影に関する発表は非常に多く、技術面、応用面について数多くの発表が行われ、特に画質、多層断層についての発表が多く見られる。

① 姿置に関して

中谷 迪：伸縮形断層法（16-1）

五島仁士：断層装置を用いた横断撮影の研究（15-3、4）

この外、天野の回転分離式縦断面撮影用断層撮影装置について、西川、高尾の自動連続撮影が、多軌道断層撮影のスタートとなった円軌道断層について小沢、佐藤の報告がある。この他、小宮、中津、木田等が装置について発表している。

中村 実は「拡大断層法について」（15-3、4）、同じく荻須、村井が、立体断層法は篠宮、立位断層は竹尾が、高圧断層撮影について大形、乾が発表している。又、濱谷、佐藤、中村がzonographyについて報告している。同時多層法に関する発表は非常に多く20題を越え（13回総会では11題）、論文としては、酒井栄一の「異相同時断層撮影について」（12-1）がある。

② 断層撮影技術について

吉浜吉蔵：簡便な断層撮影図表について（12-2）

神田憲吾：胸部断層写真の誤差について（12-2）

富樫 健：断層撮影法の2、3の問題（14-4）

前田英嗣：断面像の抹消陰影と素地黒化の検討（14-3）

草皆太平：断層撮影法の研究（解像力について）（15-2）

草皆太平：断層撮影法の研究（17-3）

があり、原本、清水等の口述発表が8題行われている。

画質に関する報告も多く、勝又、大宮、中多、小倉等による口述発表が16題近くある。臨床的な報告も、胸部→骨部→造影系と応用範囲が広がり、小倉、荒井、岡橋等によって多くの口述発表が行われている。又、末沢は横断断層、原田はパントモグラフィ、遠藤は表層撮影について発表している。

（2）**間接撮影**：川崎幸輔による宿題報告が15回総会において行われている。又、同総会で「X線自動車について」のシンポジュームが行われ、大橋、長船、加藤が報告している（15-1）。ただ、論文は殆ど無く、大半が口述発表である。

装置に関しては、回転陽極X線管について妻鹿、川崎が、間接用フィルムについて川崎、島田が検討しており、防護箱（暗箱）について砂屋敷、石坂、磯目、木村が改良について報告し、この時期登場したオデルカカメラについて大中、松田、山元、泉、が報告してい

る。

フィルムナンバーについて河西、高尾等が、号令機は遠藤、間宮、ホトタイマについては遠藤、川崎が発表している。

シンポジュームに見られるように、集団検診用自動車に関する報告も多く、佐藤、安部等が胸部用の、松田は循環器用の、胃集検用として丸山が発表しており、この期から胃集検が始まった。

画質については川崎、前田、後藤等の発表がある。撮影技術に関しては、平井、泉、三宅が、胃部について妹瀬、橋本等が、拡大間接撮影について中村、菅原が、着衣について石坂、伊藤、加藤が取り上げ、その影響を論じている。

又、間接撮影法の応用として、仲は子宮卵管造影に、山口は腰部撮影に利用している。

集検時の被検者の被曝防護に関して、滝沢は蛍光体、グリッドの選択から、遠藤は防護腰当ての有用性について、服部は線質の点から検討している。

(3) **拡大撮影**：この期における拡大撮影の発表が非常に多く、後半に0.3mm焦点X線管が開発されたためであろう。

中間光雄：コンデンサ式X線装置（東芝KCD-A型）による胸部直接拡大撮影について（12-1）

中 正：0.3×0.3回転陽極焦点における胸部高圧拡大撮影について（17-1）

口述発表として、菅原、内藤等が11題以上の報告をしている。前半では、松原、北浜によるピンホールによる小焦点化が試みられている。

(4) **立体撮影**：この撮影法に関する報告は意外に少なく、高梨恒克の「同時撮影によるレントゲン立体撮影について」（12-3、4）、同「image intensifierを用いた立体透視装置について」（16-2）があるのみである。

(5) **連続撮影（シネ撮影）**：この期にシネを含めて連続撮影に関する発表が急増している。装置機材の開発、造影手技の進歩がこれを促したのであろう。前述のごとく、加藤が16回総会で宿題報告を行っている。

連続撮影用の装置（フィルムチェンジャー）について伊藤、本保、高尾、太田、遠藤、泉等が発表（10題）し、撮影技術については、松本、加藤、清水、遠藤、山下、石原が口述発表をしている。

X線映画は、この期にimage intensifierが登場してより容易となった。17回総会に、河村文夫が「X線映画法」の特別講演を行っている。口述発表は、I.I.による映画法について細江、大形が、一般的な発表は菅原、大形、長岡が行っている。後半に開発されたX線TVも直ちに応用され、長岡が発表した。

臨床的な発表として、安斎の気管支の運動に関する報告と、松田が16mmフィルムについて発表している。当時は現在と比べてフィルムの感度も低く、専用シネカメラも少なく、随分苦労が多かった。

(6) **高圧撮影**：この期において高圧撮影に関する発表が最も多く、以後激減する。装置も高性能化、高出力化が計られた時代であり、以後漸次150kVの装置が普遍化する。

当初においては、深部治療装置を利用した発表が多く、その後コンデンサ装置を使用した。装置に関する発表として、

草皆太平：胸部の比較的高圧撮影法における2、3の考察(15-2)

外河高秋：深部治療装置による高圧並びに立体撮影(15-2)

泉 重光：三極管制御波尾載断法による胸部準高圧撮影について(14-3)

口述発表では、成田が行っている。

画質については、山根 嶽「高圧撮影における散乱線除去方法の検討(14-3)」と、奥村、竹内の口述発表がある。撮影技術に関しては、泉、丸山、世続、篠宮、定久等が、臨床的応用として、佐藤、和田、河野、石田、根本等が口述発表している。

(7) その他 軟線撮影に関して乳房撮影について高原、北山が、装置画質について深津、田畠、谷本が、臨床的には増本が胎盤撮影について口述発表をしている。

それ以外の興味ある発表として、近接撮影について沢田、遠藤が、多目的同時撮影について中村、河本が、カラーX線写真について大室、細江の研究、Xeroradiographyについて篠宮が報告し、星合が当時行われていたX線写真コンテスト応募作品による画質の検討を行っている。又、内藤は「対向点撮影に関する研究」(17-3)を、渡辺がミイラの撮影、山田のスリットスキャノグラフィの報告も見られる。

4. 4 まとめ

以上 X線発見当初から1960年頃までの間のX線撮影技術に関する歴史的な動向、推移について述べたが、何分にも過去の文献も乏しく、紙数の関係もあり充分に記述出来無かったことをお詫びする。正確さを期したつもりであるが、年代的な誤りや、正否については異論もあるうかと思う。読者各位のご教示をお願いすると共に、事実の列記に留めた面もあり、読者各位による判断、考察を期待したい。

明治大正編は小倉が、昭和編は遠藤が担当した。又、昭和編の前半の戦前（昭和20年）までは後藤五郎著の「日本放射線医学史考」、それ以降は本学会編の文献集によってまとめた。より詳しくはこれらを参照していただきたい。

限りない技術の進歩の足跡を改めて振り返ってみると、先人の苦惱の跡と、地道なそしてたゆまぬ努力の跡が、そして栄光の喜びが何気なく見えるこれらの発表、報告が、力強く我々に物語ってくれている。今の我々を支え導いてくれている過程をこれらの足跡から読み取られることを希望すると共に、これらの資料が活用されれば編者にとって真に幸甚である。

最後に、参考にさせて戴いたこれらの文献の執筆、編集、出版に携われた諸先輩の努力に対し、改めて心から敬意を表する。

参考文献

後藤五郎：日本放射線医学史考 明治大正編

後藤五郎：日本放射線医学史考 昭和編

日本放射線技術学会論文抄録集

日本放射線技術学会 1963年

日本放射線技術学会文献集

日本放射線技術学会 1974年

日本放射線技術学会文献集 2

日本放射線技術学会 1984年

4. 5 造影剤

4. 5. 1 X線用造影剤の初～中期の変遷

X線造影剤（以下造影剤と略記）の変革はX線が発見された直後に既に屍体を利用し、撮影したという記録（Duttoイタリア）があり、X線検査のもつ基本的な欠点をカバーし、より多くの情報を得ようとしている。

造影剤の歴史は、薬剤のもつ造影能力もさることながら、生体に及ぼす副作用との悪戦苦闘の歴史といつてもよいのではなかろうか。

歴史的にみて当初は原子番号の高い水銀剤（紅）、石膏、鉛などの化合物を用い、血管系の造影がまず試みられている。本邦においても京大の江藤はAg, I, Hg, Pb, Bi, 等の化合物を用いて実験したとされている¹⁾。その後、主としてヨードとの化合物の形で液状のものとし、血管系の造影をおこなっている。

4. 5. 1. a. 消化管系の造影

生体に始めて造影剤を使用したのは、消化管系で、次硝酸ビスマス (30~50g) と白陶土を混和したケストレの処方で消化管の造影をおこなった⁽¹³⁾。しかし、中毒の危険があり死亡例もありその代用品として種々の製剤が現われた。

トレルデ (酸化トリウム) ケストレ

コントラスチン (酸化亜鉛) ケストレ

酸化セリウム+酸化トリウム グルンマッハ

(これは国産品として円城商店より発売されたが値段が高かった⁽³⁾。)

次硝酸ビスマス

アクワトアイゼンスタイン (フェロクエリオード)

鉄剤 (レウイン)

硫酸カリウム (水液、泥状カユ)

等が次々と発表されたが、いづれも中毒の危険があり、

次硝酸ビスマスの中毒症状は、チアノーゼと虚脱が主で、硝酸が腸管内の酵素で還元されるため亜硝酸となるので、亜硝酸アルミニと同様な中毒をおこすのであろうとされている⁽¹⁾。

Kastlerはトレルデ(酸化トリウム、 ThO_2 を主成分とした薬品で水に不溶、腸管に吸収されない) や、コントラスチン (酸化ジルコニウム ZrO_2) をモンダミン、牛乳と混和して用いている。(1904年頃)。(Th, Zrの原子番号はそれぞれ90、40)

また、Lewinは鉄製剤のマクワトアイゼンスタインを用いており、酸化セシウム (CsO_2) と酸化トリウムを3:1の割合で混和したものを粥にまぜ飲用させている。

安定した消化管用の造影剤の研究が進められたが、1904年 (M37年) にリーデルが次硝酸ビスマスを処方したりーデル食餌を発表した⁽³⁾⁽¹⁵⁾。

1909年 (M42) 頃、わが国でも加藤、額田、宮原氏などが相ついでリーデル食餌について所見をのべ、1913年 (T 2) 藤浪剛一氏がリーデル粥を紹介し留学中の経験を述べているが、当時実際に使用されたかは不明であるといわれている。⁽¹⁵⁾

その後1913年にKrauseが硫酸バリウム (BaSO_4) を用いた処法を発表した。硫酸バリウムは安定した化合物で水に溶けず大量に使用しても中毒をおこすというような危険性も少なく、しかも安価であるという点からして現在に至る迄使用されている。

硫酸バリウムは第五改正日本薬局方 (1932年) に収載されるようになってから、一般薬品として市販された (三共製薬、大日本製薬等で製品化された)。

バリウム造影食餌の標準処方⁽¹⁾

硫酸バリウム 150g

澱粉 30g

シロップ 若干

熱湯 400ml

ハッカ油、ワニリン水等の香料を適宜添加、食道検査用として葛餅状にした固いバリウム造影食も用いられたり、澱粉量を加減し濃度をかえて使用されている。

このように長い使用歴をもつ硫酸バリウムも処法が改良され数多くの製品が市販される

ようになった。

4. 5. 1. b. 泌尿器系の造影

消化管造影剤と共に比較的早くから造影が試みられたのは泌尿器系である。1905年（M 38年）に、LichtenbergとVolkerがコルラルゴール（コロイドシルバー）およびピエロン（沃化コロイド銀）の溶液を用いて腎孟造影をおこなっている。

この検査はコルラルゴールまたはピエロンの溶液を輸尿管から腎孟へ注入する逆行性尿路造影法の手技によっておこなわれた。コントラストの良い画像が得られたという。

しかし注入時の溶液注入圧が高かったり不良薬品による中毒の危険等があり、検査には細心の注意と熟練が必要であるとOhlekerが述べている¹¹。

なおドイツHyden社のコルラルゴールはAgを90%含有しており、含有量の少ない方がむしろ有害作用をもち、沃化コロイド銀は重篤な腎障害をおこしたのでその使用を禁止されたりしている。

中性硝酸トリウム [Th (NO₃)₄ · 12H₂O] の10~15%溶液も腎孟造影に使用されており、高原子番号の薬剤なのでシャープな像が得られたが、トリウムの放射能は当時知られておらずしばしば用いられたという。

これらの陽性造影剤と共に、BuckardtとPolonoが腎孟に酸素を送入して撮影をしている（陰性造影剤使用の始まりであるとされている）

しかし危険性も高く問題も多かったが、Lichtenberg等は同法で腎孟、腎盂、膀胱等の形状を描出した。（酸素の注入は金属性輸尿管カテーテルを輸尿管に挿入後低圧で酸素ボンベから酸素を注入し、2、3分後に撮影された。

（1）ハロゲン化合物造影剤

コルラルゴール等のコロイド性の造影剤は中毒等の危険性があり、それらに変ってハロゲン化合物中の臭素（Br）とヨード（I）のカリウム、ナトリウム、リチューム塩が登場した。

まず最初に用いられたのは臭化ナトリウム（NaBr）で、1918年にWeldによる。これらの薬剤も腎孟造影に用いられ中毒性障害もあまりなく、臭化ナトリウム25%溶液はコルラルゴール10%溶液と等しいX線吸収率をもっており、価格が安いのも有利であった。

Losephは25%ヨウ化ナトリウム溶液のウムブレナール（Umbrenal）を紹介した。ヨード化合物は臭素化合物よりも造影能力は優れているが、同剤ははげしい刺戟作用、中毒作用をもつ欠点があること、分解しやすく高価なこと等のために使用されなくなり、純粋なヨウ化ナトリウムが用いられるようになった。

Cameronがヨウ化ナトリウムを造影剤として1918年に使用した。（12~15%、30%溶液）

中毒をおこすことも稀であるが不純物が含有されていると問題があるので注意しなければならないとされていた¹¹。

またヨウ化カリウムについては造影能力はヨウ化ナトリウムと同程度であるが、等濃度では毒性が強く、低濃度で使用すると造影能力が低下する¹¹。

Rosenoは1929年にピエログノスト・ゲーへ、（Pyelognost · Gehe、ヨウ化ナトリウム尿素、NH₂CONH₂NaI）を腎孟造影に使用したが、中毒症状をよく起した。

（2）油性造影剤

これらのヨード化合物は造影剤としてすぐれた特長をもち多用されたが、その無機塩は刺戟性が強いため実用的には問題が多かった。

これに変るものとしてヨードと植物油との結合物が注目されヨジピン (Jodipin) が造影剤として追試されている。

1921年頃までヨード治療剤として使用されていたリピオドール (1902年にLaftyが創製) はヨードとケシ油との結合物で、ヨード含有量が多いのにSicardが注目し、脊髄腔造影に使用した (1921年)。

リピオドールのもつすぐれた造影能力と危険性のないため各種の造影検査に使用され始めたが、その主なものを例挙すると、

Chirav, Leclere : 潜在性脊髄破裂の診断

Sicard等 : 尿路狭窄の診断

Jacoboeus, Nord等 : 脳室造影

その他、子宮、卵管造影、気管支造影等にも使用されている。

このリピオドール油は我国においても輸入後追試され各種の製法が発表され、1931年に第一製薬がヨード化油をモルヨドール (Moljodol) という商品名で市販した。モルヨドールは20%、40%の2種類がある。

ヨード化油は粘膜には無刺戟で造影力も強いが尿と混和しないので、尿路系には使用できない欠点をもっている。ヨード化油は第五改正日本薬局方に収載された。

(3) 水溶性造影剤

BinzとRathは1921年にセレクタン (ヨードピリドンナトリウム) を作った。当初これは連鎖状球菌の感染治療剤として獣医科系で使用されたが、その大部分が腎臓から排泄されるのに着目し、腎孟造影剤としてSwickが静脈注射による排泄性尿路造影法を始めておこなった。(セレクタン・ノイトラールという品名で使用したが、これはセレクタンにN-メチル基を付加し、水溶性としている)。

これをさらにBinzが改良し、ウロセレクタンを1929年に発表した。

翌年の1930年に東大の杉井はウロセレクタンの合成法を発表しており、(スギウロン製品名) Bronner等はアブロジルを発表し、バイエル社から発売された。

この当時これらの改良製剤が次々と発表された。主なものをあげると、

1930年 ウロセレクタン・ベー ドイツ、シェーリング社

1932年 ペル・アブロジル ドイツ、バイエル社

1933年 スギウロン 第一製薬社

1933年 ヒップラン 米、マリンクロッド社

等である。

4. 5. 1. c. 胆のう系造影剤

Graham, ColeとCophel等は、金属塩類や色素のあるもの(フェノールフタレン属)は体内に摂取されると、大部分が肝臓から排泄され、胆汁と一緒に胆のう内にたまり、濃縮されてその後十二指腸内に排泄されることを発見し、研究を進めた (1924年頃)。

また、テトラヨードフェノールフタレンや、テトラブロムフェノールフタレンのナトリウム、カルシューム塩類、またはエオジン、ローゼンベンガル、エリトロジンなどの

色素は、X線の吸収作用があり、造影剤として使用ができることを知った。

とくに、テトラヨードフェノールタレインとテトラブロムフェノールタレイン系のものは、胆のう造影剤として優秀であり、ヨードはブロム化合物より2倍も造影能力が高いことを発表した。

これらの製剤商品としては、

ヨードテトラグノスト：ドイツ、メルク社

ヨデイコン：米国、マリンクロッド社

(以上静注または内服用)

シャッテン：日本、塩野義

ヒヨレスター：日本、川島化学

オラール、テトラグノスト：ドイツ、メルク社

テトラドールエマルジョン：米、ナショナル社

ネオテラドールパウダー：米、ナショナル社

ヒヨレセレクタン

(以上経口用)

イソ・ヨデイコン：マリンクロッド社 (静注用)

(4) その他

1928年Blühaum、FrikおよびKalkbrenerが創製した25%二酸化トリウムゾル (ThO_2 Sol) を主成分としたウンプラトール、トロトラスト (共にドイツ、ハイデン社) がある。

Frickは大腸粘膜造影に始めて用いた。これらはトリウムの原子番号が高く (90、原子量 232.04)、きわめて明瞭な造影能力を示すので、ウンプラトールは消化管、膀胱等のレリーフ造影に、トロトラストは泌尿器系、肝、脾、血管気管支等の診断に用いられたが、その後これらの薬剤は肝臓に沈着し、トリウムのもつ微量の放射線が長期間にわたり放射線障害を与えることが判明し、その使用が禁止された。

註：1965年頃であったが、当時阪大病院において勤務中、戦時中トロトラストによる造影検査をうけ、肝障害で死亡された2名の方の摘出肝臓のオートラジオグラフィをとったことがある。

24時間露出で、明瞭な肝実質の影像を得た思い出があり、トロトラストによる影響をまざまざと知らされたものであった。

4. 5. 2 第二次世界大戦後の各種造影剤と検査法の発達

1935年～1945年の第2次世界大戦中は、当然のことながら造影剤の開発を含め、大きなブランクの時代であった。以下用途別に戦後の造影剤の変遷をのべる。

4. 5. 2. a. バリウム製剤

戦後の造影剤の変遷でみるべきものとしては、バリウム製剤で、各種の処法が発表され、Forssel、Bergが消化管粘膜レリーフ像の造影撮影法を発表したのに刺戟され、粘膜に付着しやすい製品の開発がなされた。

日本においても、第5改正日本薬局方にX線用バリウム薬剤として収載され、純度と粉度を規定された。

当時の市販のバリウム製剤として、充盈用造影剤としては、

チトバリウム、クエン酸バリウム、ココア加バリウム、レバリット（以上ドイツ、メルク社製）、藤浪バリウム、ミカバリウム、クリスバリウム、キンシバリウム（以上日本製）があった。

粘膜用バリウム剤としては、

エニバリット（ドイツ、Rohn & Haos社）、ラクトバリット（Chaoul創製）、バリアン（第一製薬、1940年）があげられる。

その後、粘膜造影法、二重造影法の検査手技の開発、X線透視撮影装置の機能向上とあいまって、消化管特に胃透視の検査手技が急速に進歩し、それと共に、造影剤に関する要求も高まり、次のような製品が次々と発売された。

バレックス、バレックス・レリーフ、バレックスモルト（東邦化学—東京田辺）。

バリタール、バリタール・ワイズ（武田薬品）。

バリトゲン、バリトゲンソル、バリトゲンアフックス、硫酸バリウムベースト（伏見製薬）。

バルギン、バルギンS（共成製薬）。

バリバーグ・ゾル（帝国製薬）。

ミカバリウム・コンク、ミカバリウム・レリーフ（ミカサ商会）。

リューバリウム・ゾルA、B、R（石丸製薬）。

バリアン、バリアンS（第一製薬）。

等で、現在も使用されているものもある（昭和58年現在）。

諸外国でも種々の製剤が発売されているが、そのうち1961年に、シェーリング社の開発した水溶性消化管造影剤のガストログラフィン（3ヨード化合物、アミドトリゾ酸ナトリウム・メグルミン）は、硫酸バリウムと同様に経口的に使用でき、消化管からの吸収はごく微量で、全身に影響を及ぼすような薬理作用はない。

服用後は急速に直腸に迄達し（約2時間）、排泄され、循環系に入った場合でも経腎的に排泄されるので、重症患者等にも使用できる特長をもっている。

1964年には、硫酸バリウム造影剤の懸濁化安定法の特許が公告されている。

また、ソルビトールX（日研化学）、ソルビット（丸石製薬）等の名で市販された薬剤（多価アルコールの一種）を硫酸バリウム剤に添加することにより、界面活性作用と、胃腸のた動亢進作用によって、全腸管を一時に造影する方法がとられるようになった。

4. 5. 2. b. 気管支造影剤

当初は油性製剤が用いられていたが、油性製薬は長期間気管支に停滞しないため、水溶性製薬が主流を占めるようになった。

主な薬剤としては、

油性としてはリビオドール（Lafty）、モルヨドール（第一製薬）、油性ウロコリン（第一製薬 1960年）があり、水溶性製剤としては、ディオノジール（鳥居—Glaxo、油性もある）、ピラセトンC（第一製薬、1954年）、ハイトラスト等がある。

外国では、ペルアプロジル“B R”（ドイツ、Bayer）、ダイオドン、ビスカス（英國may & Baker）、ヨデュロンB（スイスCilag）ブロンコセレクタン（ドイツShering）等がある。

4. 5. 2. c. 尿路血管系造影剤

腎孟造影はSwichがセレクタンニュートラルを用いて動物実験に成功したのが始まりで、1929年に人体にウロセレクタンを用いたがその後急速に各種の製薬が発表された。

また血管系の造影法は、1929年にForssmannが犬を用いてカテーテル法で心臓の造影に成功した。人体の造影では1931年にMoniz（ポルトガル）が肺動脈造影をおこなっているが、実際の臨床時に用いられ始めたのは関連X線装置の開発とあいまって、1958年頃からであり、造影剤も急速に進歩した。

主な尿路血管系造影剤をあげる。

○ヨードビラセット注射液（米国局方）同 濃厚液

以上主として心臓上行、下行大動脈および胆管造影に使用

○ヨードビラセットコンパウンド液—水溶性腎孟造影剤

○ピラセトン（第一製薬1951年）—同上の用途用

○トリオダン（日本薬化1952年）—同上の用途用

○ウロコリン（第一製薬1952年）—30%は腎孟造影用、70%心臓血管系用

同じ化学的組成の薬剤にウロコン（米国、マリンクロッド社）、トリアプロジル（ドイツ、バイエル社）、トリオペック（スイス、シラーグ社）がある。

○ペルアプロジル（ドイツ、バイエル社）—45%は尿路、関節、瘻管用、60%は排泄性尿路系、80%は心臓血管系に用いる。

○ウログラフィン（ドイツ、シェーリング、1954年）—60%と70%あり血管系、尿路系に使用。

本剤と同様な薬剤にハイペックM90%（米国、ワインスロップ社1957年）、カーディオグラフィン（米国、スクイーブ社）、レノグラフィン（同社）がある。

ハイペックは主として排泄性腎孟造影に用いられた。

○ピエロジール（英國グラキソラブ社）—尿路、血管系用。

○ダイアシノール（万有製薬1958年）—トリオダンと同。

○ウロコリンM（第一製薬1960年）75%は静脈性腎孟造影、経腰部大動脈等に、60%は脳血管、四肢動脈用に用いられた。

○コンレイ、アンギオコンレイ（第一製薬、1962年）—尿路、血管用。

○アンギオグラフィン（ドイツ、シェーリング社）65%、主として血管系造影に使用。

その他の主な尿路血管系造影としては、

レノM、30、60、DIP、（米国スクイップ社、シストグラフィン（同）、ハイペックシスト、ウロトラスト（持田）、ウロビゾン（ドイツ、シェーリング社）、コンラキシン（武田）、イソペーク系（米国、ワインスロップー鳥居）、ピラセトン（第一製薬）、ピエロジール35（グラクソー鳥居）等があり、同一名の薬剤でも各種の濃度、用途のものが次々と発表されている。

4. 5. 2. d. 胆のう系造影剤

戦後特に発達したのは、胆のう系の造影剤ではなかろうか。1951年にはフェノールフタレンインヨード化合物が日局六に収載され、その組成、性状、試験法が規定された。

主な胆のう系造影剤をあげると、経口用としては、

○内服用プライオダックス(米国、シェーリング、1943年)。同一化学的組成の薬剤にはフォトゴール(第一製薬)、ビリセレクタン(ドイツ、シェーリング社)、ペルフェクトコール(米国、ラファイエット社)がある。

○アレパーク(米国、ウインスロップ社、1959年)、本剤の登場で、胆のう系の造影が始めて確率高くおこなえるようになった。

○テリダックス(米国、シェーリング社—塙野義、1953年)。

その他の経口用造影剤としては、バイブノジル(ドイツ、バイエル社)、オフビリックス(米国、フォーゲラ社—小玉)、ビロプチン(シェーリング)、オスビル(ステックストッパー中外)、コリミール(武田)、シャッテン(川島化学)、ヒヨレスタ(川島化学)、ゲアトラスト(岩城)、がある。

経静脈性胆のう造影剤は、1953年に、ドイツシェーリング社が開発したビリグラフィンが最初で、検査法も大きく変化した有用な造影剤である。同様な製剤に、ヒヨログラフィン(米国、スクイップ社)、エンドビル(伊、プラッコ社)がある。

また1980年頃には静注用としてビリスコピン(シェーリング)も登場し、造影能力が向上した。

4. 5. 2. e. その他

脳室、脊髄系の油性造影剤としてはマイオジール(英國グラキソラブ社)、ヨードクロル(米国、シール社)、エチオドール(米国、フォーゲル社)、リピオドールF(米国、ラファイエット社)、モルヨドール(第一製薬、上行性と下行性)、が用いられている。

1962年にバイエル社が水溶性のアブロジールを、フランスのアンドレゲベル社がメチオダールを水溶性の脊髄造影剤として発表した。

水溶性造影剤は体外への排泄が容易なので、油性製剤の使用は減少した。

新しい非イオン系のメトリザマイド(ノルウェー、ニエガード社、アミパーク、1969年)は、尿中、糞中に早く排泄されるので、その使用が増加しつつある。

リンパ系子宮卵管造影剤としてはモルヨドール、リピオドール、ヨジピン(ドイツ、メルク社)、ボヒオドール(1964年)、リピオドールウルトラフルトイド、エチオドール等の油性造影剤、エンドグラフィン、ピラセトン、シノグラフィン(米国、スクイップ社)の水溶性薬剤が用いられる。

特にリピオドールウルトラフルトイドは流動性がよく、ボヒオドールは粘稠性が低いので、注入が容易なため、リンパ管系、子宮卵管、精囊造影などに用いられている。

4. 5. 3 まとめ

以上、X線用造影剤の歴史的な開発についてのべた。

造影剤に関する文献は非常に少なく、本稿もその大半を重松連夫氏の「新X線造影剤」(医学書院)に準拠してまとめた。心から感謝する。

X線CT、NMR、DRの登場により、造影剤に関する概念も徐々にその姿を変えよ

うとしている。最初にも述べたが、造影剤の開発の歴史は生体への影響との闘いであるといつてもよいであろう。今後非イオン系等の危険性の少ない新しい安全な造影剤とその使用法の発展を期待したい。

註1 各薬剤の化学的組成は、都合により省略した。必要とされる場合は参考文献3を参照されたい。

註2 各薬剤の開発の時定については不明なものが多く、諸氏によって検査法の開始発表時の年代に差がある今後その検討をおこないたいと考えている。

主な文献

- 1) 重松運夫：新・X線造影剤、南山堂、(1966).
- 2) 後藤五郎：放射線診断学、6、南山堂
- 3) 造影剤要覧：日本シェーリング株式会社、(1978).
- 4) 後藤五郎：日本放射線医学史考、明治大正篇、日本医学放射線学会(1969).
- 5) 後藤五郎：日本放射線医学史考、昭和篇、日本医学放射線学会(1970).
- 6) 遠藤俊夫：日本放射線技術史「感光材料、螢光板、増感紙、造影剤」日放技学誌、26(4)、(1971).

4. 5. 付1 日本放射線技術学会における造影剤に関する研究報告

本技術学会における造影剤に関する研究発表は極めて少ない。

1974年(昭和49年)までの研究発表の総数は38題である。

その内訳は消化管系はバリウムに関するものが12、たんのう造影剤3、撮影条件2、その他5件であり、沃度(血管造影剤)が4、リンパ系1、撮影条件に関するものが5、その他が6件である。

いずれも、撮影条件、体位に関するテーマとして検討を加えている。

撮影手技的な範囲を包括すればさらに多くはなるが、30回総会においてまとめられた文献集の分類によった。

(広く採用すると、さらに24題は追加できる)。

参考文献

- 1) 写真月報第3巻24号、1896年4月(M29) 小西六社発行
- 2) フジXレイ研究1~5、フジフィルム発行
- 3) 藤浪剛一：れんとげん学 第2版、1920年3月発刊(T9).
- 4) 技術史編纂委員会主催座談会(京都)
- 5) " " (東京)
- 6) 小西六社史
- 7) 細江謙三氏述
- 8) イーストマン・コダック社史
- 9) 螢光創刊号広告1927年(S2)
- 10) 島津放射線史座談会要旨より
- 11) Xレイコダック・ジャパン・リミテッド医学部発行

- 12) 萤光 4 号。
- 13) 重松運夫、レントゲン造影剤と現像法の実際。
- 14) 編纂委員会で集めた資料
- 15) 後藤五郎、放射線診断学 6 卷
- 16) 島津レントゲン講義 8 輯1932年 (S 7)
- 17) 萤光 2 ~ 4 、1927年 (S 2)